Zur Geschichte

des

chemischen Lehrbuches

INAUGURAL-DISSERTATION,

der hohen philosophischen Fakultät
der Universität Leipzig zur Erlangung
des philosophischen Doctorgrades

vorgelegt von

MAX OTTO PAUL.

ACAD LEIPZIG PAUL

DÖBELN.
DRUCK VON ADOLPH THALLWITZ.
1906.

Angenommen von der philosophisch-historischen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Volkelt und Ostwald.

Leipzig, den 3. V. 1906.

Der Procancellar.
Marx.

Plan.

Einleitung . . . . . 7—10.

1. Wert der Geschichte des chem. Lehrb.

a. Aus der Geschichte des chem. Lehrb. können zeit- und kraftsparende Lehren für die Gegenwart gezogen werden.

b. Die Gesch. d. chem. Lehrb. schärft den Blick für die Gesetze des Geschehens und lehrt einigermaßen auf künftiges Geschehen schließen.

c. Sie läßt in dem steten Wechsel der Ansichten die Unzulänglichkeit des menschlichen Wissens erkennen.

2. Der Begriff „chemisches Lehrbuch".

Die Lehrbücher der Chemie sind von ihren Entdecker- und Handbüchern zu unterscheiden.

I. Lehrbücher der alchemistischen und iatrochemischen Periode.

Merkmale der Periode:

a. Metallurgie und Medicin sind der einseitige Zweck der chemischen Lehrbücher und bestimmen die Stoffauswahl.

b. Den Büchern wird, wenn sie sich überhaupt an eine Ordnung halten, als Plan der Gang durch die Naturreiche oder die Art der Heilmittel zugrunde gelegt (Ausnahme: Libavius).

c. Das Lehrverfahren ist reine Deduction.

A. **Die Bücher der Goldmacher** haben keinen wissenschaftlichen Wert, wollen die Goldgier befriedigen, dienen einseitig der Metallurgie, haben keinen Plan und reden eine mehr oder minder mystische Sprache . . . . . 11.

B. **Alchymia recognita des Libavius,** das hervorragendste Lehrbuch der alchemistischen Zeit, betont allgemeine Gesichtspunkte, verfolgt ein wissenschaftliches System und ist klar in der Sprache. Es steht nach Inhalt und Verfahren zwischen den alchemistischen und iatrochemischen Lehrbüchern . . . . . 13.

C. **Die Lehrbücher der Iatrochemiker** wollen lehren, die Gesundheit zu erhalten oder wiederherzustellen, dienen also einseitig der Medicin; ihr Plan wird durch die Art der Heilmittel und durch die Zugehörigkeit der Stoffe zu den Naturreichen bedingt. Die Sprache wird verständlicher; didaktische Bestrebungen sind nicht zu erkennen . . . . . 18.

D. **Cours de Chymie des Lemery.** Der Zweck und die Stoffauswahl werden noch einseitig von der Medicin beeinflußt. Der Plan ist durch die drei Reiche gegeben. Die ersten Bemühungen um eine gute Lehrart sind erkennbar. Das Verfahren ist inductiv und leitet zur nächsten Periode über . . . . . 22.

II. Lehrbücher der hauptsächlich qualitativen Periode.

Merkmale der Periode:

a. Kenntnis der Chemie als reiner Wissenschaft ist Zweck der Lehrbücher.

b. Der Plan wird durch rein chemische Einteilungsgründe bestimmt, die jedoch nicht das ganze Gebiet umfassen.

c. Reine Induction ist Lehrart.

A. **Der Einfluß Boyles** . . . . . 24.

Boyle fordert zweierlei:

a. Wissenschaft sei Selbstzweck der Chemie!

b. Keine Theorie gelte ohne Umbildung durch die fortschreitende Erfahrung!

Im Chemista scepticus kritisiert er die bisherige Chemie und kommt zu einer neuen Elemententheorie.

B. **Elementa Chemiae des Boerhaave.** Boerhaave hat die beiden Forderungen Boyles erfüllt; er offenbart besondere pädagogische Sorgfalt und Verständnis für eine gute Lehrart . . . . . 27.

C. **Die Bedeutung Stahls für das chem. L.** Stahl hat die vorhandenen chemischen Tatsachen geordnet unter eine Theorie gebracht, die die ganze Chemie umfaßte; er bereitet dadurch der nächsten Periode den Boden . . . . . 30.

III. Lehrbücher der hauptsächlich quantitativen Periode.

Merkmale der Periode:

a. Verständnis, Interesse und Liebe der Wissenschaft zu fördern, ist Zweck der Lehrbücher. Allgemeine Gesetze und Lehren,

dazu Beispiele der vielen Anwendungen der Chemie werden mehr und mehr zur Darstellung gebracht.

b. Der Plan wird bestimmt durch die bisher vernachlässigten Rücksichten auf die quantitativen Verhältnisse und die dadurch veränderte Auffassung vieler chemischer Vorgänge.

c. Die Verfasser sind bestrebt, anschaulich zu lehren.

A. **Traité élémentaire de Chimie des Lavoisier.** Lavoisiers Lehrbuch ist wichtig durch seinen Gang; Lavoisier behandelt zuerst die einfachen Stoffe, dann ihre Verbindungen untereinander, dann die Verbindungen mit Verbindungen und kommt so zu immer zusammengesetzteren Verbindungen . . . . . 34.

B. **Die unmittelbaren Nachfolger Lavoisiers.** In den Lehrbüchern aus der Zeit nach Lavoisier werden die chemischen Seiten des Galvanismus betont, im übrigen wird Lavoisiers Art beibehalten. 38.

C. **Lärbok i Kemien des Berzelius und ähnliche.** Das Lehrbuch des Berzelius trennt scharf anorganische und organische Chemie. Der Plan ist naturbiographisch; Berzelius behandelt die Elemente in einer ihrer Natur entsprechenden Reihe und bei jedem Element die Verbindungen mit den vorhergehenden. Allgemeine Theorieen werden herausgehoben und an besonderer Stelle behandelt.

In der Zeit nach Berzelius wird zwar dieser Plan im ganzen beibehalten; aber die Theorieen und allgemeinen Lehren werden in den Gang eingegliedert. Die Anwendungen der Chemie aufs Leben werden reichlich berücksichtigt . . . . . 39.

D. **Liebigs chemische Briefe und ähnliche volkstümliche Bücher der Chemie. Lehrbücher der physikalischen Chemie.** In den chemischen Volksbüchern werden die Anwendungen, die die Chemie auf allen Gebieten findet, und die allgemeine Chemie betont. — In der physikalischen Chemie ist überhaupt die Feststellung umfassender Principien als das Wichtigste in der Chemie erkannt worden . . . . . 46.

Rückblick und Ausblick . . . . . 49.

Anmerkungen . . . . . 54.

Einleitung.

Fast denselben Nutzen, der dem Chemiker aus der Geschichte der Chemie[1]) erwächst, haben die Lehrer der Chemie aus der Geschichte der chemischen Lehrbücher. In ihnen spiegeln sich die Wandlungen und Fortschritte der Didaktik der Chemie. Sie sind die Dokumente dafür, was die Lehrer in vergangenen Zeiten aus der chemischen Wissenschaft für den Lernenden ausgewählt haben; sie zeigen meist das Streben, den Stoff in eine Ordnung zu bringen, in der er am leichtesten vom Geiste des Schülers überschaut wird, und sie offenbaren das beständige Bemühen, in einem solchen Lehrtone darzubieten, daß der Schüler die Lehren leicht erfasse und für jeweilige Anordnung sicher behalte.

Die Geschichte des chemischen Lehrbuches hat festzustellen, was sich in Bezug auf Auswahl, Anordnung und Darbietung bewährt hat und was ohne Erfolg geblieben ist. Dadurch enthebt sie die Lehrer der Mühe, alle die Versuche zu wiederholen, die angestellt worden sind, um zu besseren Lehrverfahren zu kommen. Es kann gewählt werden; was bleibenden Wert erlangt hat, wird behalten, und verworfen, was sich als unzweckmäßig und unbrauchbar erwiesen hat. Die Geschichte wird ferner zeigen, daß mancherlei zwar für einen Zeitabschnitt erfolgreich und wohl zu gebrauchen war, was später nicht mehr angewandt und beachtet werden konnte, weil die Umstände andere geworden waren.

Die Geschichte des Lehrbuches hat endlich den Ursachen nachzugehen, die neue, anders geartete Lehrbücher hervorbrachten und somit Wendepunkte in der Didaktik der Chemie bezeichnen. Sie bietet dadurch für Berechtigung und Kritik der neuesten Lehrbücher einen wertvollen Maßstab und ist vorzüglich geeignet, Antwort auf brennende Fragen des Unterrichts in der Chemie zu bringen, ob sich zum Beispiel in unserer Zeit eine bedeutsame Änderung im Unterrichtsbetriebe der Chemie erwarten läßt, ob ein neues Lehrbuch zu fordern ist, das sich vom Hergebrachten wesentlich unter-

[1]) Kopp, Entwicklung der Chemie. Einleitung.
Ladenburg, Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie.
Liebig, Chemische Briefe, S. 64, 65.

scheidet, und was von ihm zu verlangen ist, oder ob man ruhig zusehen und mit dem Errungenen zufrieden sein kann. Daß auch hier Bescheidenheit am Platze ist und es kein Stehenbleiben gibt, daß selbst das Beste zu überwinden ist, dafür ein Zeugnis Wilhelm Ostwalds, der in einem Aufsatze[1]) schreibt: „Was man dabei (bei einem Rückblick auf die chemischen Lehrbücher) lernt, ist vor allen Dingen Bescheidenheit bezüglich der eigenen Leistung. Sieht man nämlich, mit wie vielen Irrtümern solche Werke behaftet sind, selbst wenn sie von Männern ausgegangen sind, die ihrer Zeit die ersten ihres Fachs waren, deren Gedanken die Auffassung der Wissenschaft für Jahrzehnte, ja für Jahrhunderte bestimmt haben, so erkennt man, daß man bei aller Mutterliebe auch für das eigene Werk kein anderes Schicksal voraussehen darf: es wird bestenfalls ein kräftiger und einflußreicher Mann, aber hernach wird es alt und unwirksam und muß einem aus neuem Geschlechte den Platz räumen".

Wenn im Vorstehenden von Lehrbüchern der Chemie geredet wurde und wenn im folgenden ihrer geschichtlichen Entwicklung nachgegangen werden soll, so scheiden dadurch zwei andere Gruppen chemisch-literarischer Arbeiten aus, die mit den Lehrbüchern zusammen die chemische nichtperiodische Litteratur ausmachen.

Eine derselben ist von Entdeckern geschrieben; in ihnen berichten sie über das, was sie vor allen andern zuerst gefunden haben. Hierher gehören Lavoisiers Arbeiten in den Memoiren der Pariser Akademie, die die Phlogistontheorie stürzten, Priestleys Abhandlung über die brennbare Luft, Davys Bücher, in denen er seine Entdeckungen beschreibt, hierher auch des Berzelius klassische Abhandlung über das von ihm gefundene Selen, ferner Meyers erste Abhandlung über das Thiophen und all das unschätzbare Material, das den Bausteinen verglichen werden kann, die nach und nach zur Aufführung des Gebäudes der Wissenschaft geliefert werden. Solche Bücher haben es naturgemäß immer mit Einzelheiten zu tun. Der Entdeckerbericht setzt die gesamten Kenntnisse und Ansichten seiner Zeit als bekannt voraus, ohne von ihnen etwas anderes zu erwähnen, als was für den vorliegenden Zweck gerade erforderlich ist. Weil solche Arbeiten nur darüber berichten, was ihre Verfasser selbst geschaut haben, weil in ihnen die Sache am unmittelbarsten redet, weil sie unter dem frischen Eindruck des Neu-Entdeckten mit besonderer stolzer Freude geschrieben sind, darum haftet solchen bahnbrechenden Originalarbeiten das Merkmal ewiger Jugend an.[2])

Die Chemiebücher der zweiten Gruppe, die Handbücher und Encyklopädieen, sind wie die der ersten für Fachleute bestimmt, denen sie als Nachschlagewerke dienen wollen. Sie berichten im Gegensatz zu jenen über das ganze Gebiet, fassen also auch die Irrtümer ihrer Zeit in sich, wie sie überhaupt nicht reformieren und

[1]) „Zur Geschichte der chemischen Lehrbücher", erschien während der Arbeit.

[2]) Siehe den erwähnten Aufsatz Ostwalds.

weitereilen, sondern zurückschauen und sammeln. In ihnen soll der Chemiker Antwort finden auf alle Fragen, die sich ihm bei der Arbeit stellen; darum ist Vollständigkeit die Hauptsache; Wichtiges und Nebensächliches stellen sie ohne Wahl nebeneinander. Über Methode der Darstellung und Leichtfaßlichkeit des Wortlautes können sie sich hinwegsetzen, da sie sich an Vertraute wenden, denen die geheimnisvolle Sprache der Wissenschaft verständlich sein muß. Manche von ihnen haben lexikonartig keine andere Ordnung als die alphabetische, und in die Abfassung solcher umfangreicher Werke teilen sich meist mehrere Gelehrte.

Die Lehrbücher der Chemie hingegen wenden sich an den gebildeten Laien, den Studenten, den Schüler und wollen in die Chemie oder in ein einzelnes Gebiet derselben einleiten, weshalb sie eine Auswahl der Hauptsachen bieten und diese in einen Gang ordnen, von dem sie meinen, daß man durch ihn am leichtesten und sichersten in die Wissenschaft eingeführt werde. Sie wollen allgemein verständlich sein, befleißigen sich darum einfacher Darstellung und vermeiden möglichst schwere wissenschaftliche Erörterungen. Unterrichtsmäßig bauen sie das ganze System auf, wie es der Lehrer vor dem Schüler, der Professor vor dem Hörer tut. Einigen merkt man das schon daran an, daß sie in Gesprächsform, wohl auch als Sammlung von Vorträgen und Briefen abgefaßt sind. Die meisten freilich handeln ihren Inhalt in belehrenden Aufsätzen und in Abschnitten ab, deren Reihe sich entweder direkt ans wissenschaftliche System anlehnt oder dasselbe aus Rücksichten der Lehre irgendwie umgestaltet. Lehrbücher im eigentlichen Sinne entstehen meist im Anschluß an die Schultätigkeit zur Unterstützung des Unterrichts. Jedoch können Bücher, die ihr Verfasser nicht für die Schule bestimmt hat, ebenfalls Lehrbücher genannt werden, wenn sie den Zweck haben, weite Kreise über eine Gesamtheit chemischer Kenntnisse zu belehren. Gerade nur diese letzte Art kann für uns in Betracht kommen, denn nur sie hat, da der Chemieunterricht der Schulen noch sehr jung ist, eine Geschichte. Es ist ja auch nicht nötig, daß Schulmänner die Verfasser sind. Man kann sich wohl denken, daß einer, der nie gelehrt hat, ein gutes Lehrbuch schreiben kann, wenn er nur das chemische Gebiet gründlich kennt und überschaut. Die Aussichten zur Entstehung eines guten Lehrbuches sind sogar in diesem Falle sicher größer, als wenn einer, der die Chemie nur oberflächlich und ungenügend kennt, ein Lehrbuch schreibt, mag er gleich mit noch so vielen „pädagogischen Grundsätzen“ und den „neuesten didaktischen Ansichten“ ausgerüstet sein. — Mißbräuchlich werden manche Anleitungen zu praktischen Arbeiten (Maß- und Gewichts-Analysen, qualitativen Analysen) von ihren Verfassern Lehrbücher genannt, auch wenn sie eine Ordnung haben, die durch alles andere, nur nicht durch Gesichtspunkte des Lehrens bedingt ist. Es ist eben mehr als bloße Zusammenstellung irgendwelcher chemischer Tatsachen von einem chemischen Lehrbuche zu verlangen. Vor allem müssen methodische Grundsätze oder wenigstens Bestrebungen erkennbar sein, Unwissenden durch

das Buch zu einer Gesamtheit chemischer Kenntnisse verhelfen zu wollen. Naturgemäß wird das um so mehr der Fall sein, als das Buch neueren oder neuesten Zeiten angehört und je mehr die Chemie Allgemeingut wird. In der Tat werden die folgenden Beiträge zur Geschichte der chemischen Lehrbücher zeigen, daß die gute Absicht, wahrhaft belehrend zu wirken, und das Geschick in dieser unterrichtsmäßigen Beziehung von unscheinbaren Keimen zu recht hoffnungsreichen Blüten gewachsen sind.

I.

Lehrbücher der alchemistischen und iatrochemischen Periode.

A. Die Bücher der Goldmacher.

Nicht als eigentliche Lehrbücher, aber als die letzte Vorstufe zu ihnen sind eine Reihe von Büchern aus dem 16., 17. und 18. Jahrhunderte zu bezeichnen, die die Chemie vorwiegend vom alchemistischen Standpunkte aus darstellten. Lehrbücher kann man sie nennen, weil sie sich über das ganze Gebiet der „chymischen Kunst“ verbreiten, wie meist schon der allgemeine Titel sagt: Chymia vera, Chymia rationalis, Chymia denudata. Bis ins 16. Jahrhundert hinein fehlten derartige Allgemeindarstellungen. Wiederum müssen sie als Vorstufe bezeichnet werden, weil ihre Verfasser bei Ordnung und Darbietung des Stoffes von methodischen Überlegungen gar nicht bestimmt worden sind. In einem dieser Bücher, der „Alchymia vera“ [1]) eines Anonymus, sind z. B. einfach „etliche kurtze und nützliche Tractätlein“ ohne jede Ordnung zusammengeschrieben. Bei anderen wird wenigstens etwas Ordnung gehalten durch Verfolgen der damals bekannten sieben Metalle und ihrer Verwendung zum Goldmachen und zur Bereitung „der würcklichen Tinktur“, so z. B. in einem Werkchen, das 1716 in 2. Auflage in Breslau erschien: „Alchymia denudata, reversa et aucta oder das biß anhero nie recht geglaubte nunmehro aber durch die Experienz würcklich beglaubte und aus allen Zweiffel gesetzte neu übersehene und vermehrte oder in vielen besser erklahrte Wunder der Natur“.[2])

Ihrem Inhalte nach bekümmern sie sich nicht um den Fortschritt der Wissenschaft, natürlich noch viel weniger um das Neueste, wie es heutzutage die Lehrbücher der Konkurrenz und der Reklame wegen oft übereilig tun, sondern sie hinken in ihren wissenschaftlichen Ansichten jahrhundertelang hintennach. Im letzten Grunde wollen sie auch gar nicht das Verlangen nach Wissenschaft stillen; sie sind der Goldgier und Habsucht zu liebe geschrieben. Ihre immerwiederkehrende Tendenz ist: „In diesem Buche wird der waren und von Gott hochgebenedeyten Natur gemessen Edlen Kunst Alchymia wahre Beschreibung gegeben und vorgestellt, welchergestalt aus unterschiedenen allhier aufrichig mit Nahmen genannten

[1]) Siehe den vollen Titel in der 1. Anmerkung S. 54.
[2]) Siehe den vollen Titel in der 2. Anmerkung S. 54.

Materien wie auch auf unterschiedene Art und Weise in der That und Wahrheit eine Universal-Medicin auf den menschlichen Leib und zur Verbesserung der Metallen zu bereiten sey".[1]) Mit der Transmutation der Metalle steht und fällt ihr ganzes Gebäude, und darum halten sie mit seltener Zähigkeit an dem lieben alten Glauben fest, wie einer von ihnen sagt:[2]) Jtem rem unam transmutare a suis formis et speciebus in aliam sive meliorem gradum et statum, et hoc est certissimum, quod agit Alchymia. Sie beschreiben zwar eine Menge chemischer Prozesse und ein der Wissenschaft Unkundiger, der sich die Mühe gibt, eine einzige Seite eines solchen Buches durchzulesen, muß in Erstaunen versetzt werden von der Masse der einzelnen Tatsachen, die darauf verzeichnet sind.[3]) Aber die Verfasser haben nicht die Fähigkeit, sich auf das eigentlich chemische Gebiet zu beschränken. Sie berichten mit Vorliebe Anekdoten, die so wenig zur Sache gehören, daß sie ohne Schaden verschwiegen werden konnten; sie erörtern strittige Fragen in persönlicher Weise, manchmal mit scharfen Ausfällen gegen den Feind[4]); und sie grenzen nicht scharf gegen andere Wissenschaften ab, z. B. sind religiöse und philosophische Betrachtungen nicht selten.

Diese anekdotenhafte, chronikartige Darstellungsweise ist mit Recht bald verworfen worden. Sie hat sich bedauerlicher Weise fast ins Gegenteil verkehrt und bei den jüngsten Lehrbüchern unserer Wissenschaft ist oft die trockene, hochernste Art zu beklagen. Es ist soweit gekommen, daß selbst geschichtliche Bemerkungen bis auf dürre Notizen zusammengeschrumpft sind, obgleich sie unter Umständen für das Verständnis wesentlich und dem Gedächtnis eine gute Hilfe sind. Auf dem richtigen Mittelwege stehen in dieser Beziehung vor allem Liebigs chemische Briefe, Bücher wie Faradays Naturgeschichte einer Kerze, die kleine Chemie von Hume und andere.

Die Sprache der alchemistischen Bücher hat nicht den Grad von Wissenschaftlichkeit, der von einem Lehrbuche zu fordern ist. Ihnen fehlt meist auch das äußere Merkmal wissenschaftlicher Werke ihrer Zeit, die Abfassung in lateinischer Sprache, in der trotz der Bemühungen Ratkes, Comenius und anderer die Lehrbücher geschrieben wurden. Sie bieten meist ein greuliches Gemisch von Deutsch und barbarischem Latein. An ihnen kann man nicht tadeln, was oft von Lehrbuchverfassern gesündigt wird, abstrakt und zu hoch für das Laienverständnis geschrieben zu haben; ihre Sprache ist gemeinverständlich, chronikartig, oft vulgär und platt, an manchen Stellen nach unserem Gefühle sogar roh und ordinär. Manchmal versteigen sie sich in poetischem Schwung zu Knittelversen,[5]) manch-

---

[1]) Aus „Alchymia vera" und „Alch. denudata"; siehe S. 54.
[2]) Alchymia vera: De Arte et quid sit Ars Chymica.
[3]) Liebig über die Alchemie im dritten Briefe.
[4]) „Er will der Welt nur einen Affen schmieren, groß seyn und seine Ignorantz nicht gerne mercken lassen" (Alch. denud. S. 58) — „die vielen Alchimistischen Skribenten / welcher schreiben doch nichts anderes ist / dann eitel betrug und Lügen".
[5]) Siehe die 3. Anmerkung S. 55.

mal schimpfen sie in derber Weise auf andere Schriftsteller und reden an anderm Orte wieder frömmelnd und in steter Beziehung zu Gott.[1]) Wo sie zu einem Resultat in Hinsicht auf den Hauptzweck ihres Strebens kommen müßten, da geraten sie in schwere Bedrängnis und alle Klarheit verläßt sie; wo es sich also um das große Magisterium, um die endgültige Darstellung der „tinktura" handelt, da versagen sie. Der leichte mehr unterhaltende als lehrhafte Ton bleibt gänzlich hintenan; sie gipfeln in leeren Redensarten und greifen zu Bildern und Symbolen; „in einer unverständlichen Sprache sagen sie, was ihnen selbst nur dämmernde Vermutung ist".[2]) Dem Vorwurfe, unverständlich und dunkel geschrieben und über mancherlei Hauptsachen gar keine Auskunft gegeben zu haben, begegnen sie in origineller Art. Sie stellen entweder von vornherein als selbstverständlich hin, daß nicht alle Leser mit ihrem ungeübtem Geiste alles verstehen werden[3]), oder sie vertrösten auf Kommentare, die sie dem eigenen Werke geben wollen.[4]) Manche hüllen sich in den Mantel eines Gottvertrauten, der von der göttlichen Kunst nur manches offenbaren dürfe.[5]) Im übrigen aber gilt bei ihnen für alle Fälle der Satz: A rei ignorantia, ad rei inexistantiam non valet consequentia.[6])

B. Die Alchymia recognita des Libavius.

Das erste eigentliche Lehrbuch der Chemie ist die Alchemie des Deutschen Andreas Libau. Sie steht in allen Beziehungen weit über den erwähnten Büchern. 1595 wurde sie zum ersten Male veröffentlicht und trägt in einer späteren Auflage den Titel: „Alchymia Andreae Libavii, recognita, emendata et aucta tum dogmatibus et experimentis nonnullis; tum commentario medico physico chymico: qui exornatus est variis instrumentorum Chymicorum picturis; partim aliunde translatis, partim plane novis: in gratiam eorum, qui arca-

---

[1]) Siehe die 4. Anmerkung S. 55.

[2]) Siehe in Liebigs chem. Briefen S. 58 und die 5. Anmerkung S. 55.

[3]) „Ich habe nicht einem ieden den gantzen Brey ins Maul gestrichen" (Alch. denudata), „Ein Philosophus hat's gemacht, wer's nun versteth, der nems in acht und thue Gott ewig danken" (Alchem. vera, am Schlusse eines Traktats). „Dieser oder jener wird wegen etwan bösen Absehns, welches er heimlich im Hertzen heget, von dem allwissenden Gott, der Hertzen und Nieren prüfet, gesehen und dahero ohne Seegen, an welchem alleine doch alles gelegen, gelassen". (Alch. den.)

[4]) „Ein Spiegel wird hier folgen nach, erklären soll all tunckel sach" (Alch. vera, Vorrede). „Ich hette auch billich de sublimatione Metallorum de Crescentijs und andere verborgene Secretis, jedem Artisten zu wissen hochnöhtig, schreiben sollen; wils auff ein andern Ort der kürtze halben sparen" (A. vera).

[5]) Der rechte Weg aber . . so wollen wir jhnen doch hier an setzen, soweit zugelassen ist dem Menschen zu offenbaren (A. vera). „So eine unerhörte und gantz unbekannte Operation stecket in dem Mercurio und seiner Confirmation, welche Confirmation, als das vornehmste Stücke im gantzen Wercke darum billig geheim zu halten (Alch. denud.).

[6]) Alchymia denudata, S. 122.

norum naturalium cupidi, ea absque involucris elementarium et anigmaticarum sordium, intueri gaudent; praemissa defensione artis: opposita censurae Parisianae. Cum gratia et privilegiis Caesareo speciali ad decennium". Andreas Libau hat sein reiches chemisches Wissen, das alle Gebiete und alle widerstreitenden Meinungen seiner Zeit umfaßte,[1]) in einer Menge von Schriften niedergelegt, die zu sechs dicken Bänden gesammelt etwa 7200 Großfolioseiten halten, von denen auf die Alchymia recognita ungefähr 200 kommen. In ihr ist zum ersten Male die Gesamtheit der chemischen Kenntnisse geordnet vorgetragen worden; er schreibt selbst darüber: Non partem artis vobis consecro, sed totam ab artificibus praestantissimis longo rerum usu inventam.

Libavius beschreibt in dem ersten Teile seines Buches, überschrieben „Encheria, de operationibus modis", die Instrumente und Operationen, die bei chemischen Arbeiten gebraucht werden. Weil die Geschicklichkeit der Hände dabei eine Hauptsache ist, so ist der Name Encheria,[2]) gleichbedeutend etwa mit Handfertigkeit gewählt. Libavius hält diesen Teil für äußerst notwendig; der allein ist als vollendeter Künstler zu würdigen, der in ihr erfahren ist; ohne sie kann er nichts lobenswert und genau vollenden.[3])

Einen solchen allgemeinen Teil über Gefäße, Handgriffe und praktische Anweisungen bringen fast alle Autoren jener Zeit; das war durchaus nötig, nicht allein deshalb, weil die Chemie in der Hauptsache Anwendung war, sondern namentlich, weil sich jeder Chemiker seine Gefäße und Werkzeuge nach solcher Anleitung selbst bauen mußte. Ferner aber mußte die mechanische genaue Anleitung über die Grade des Feuers, die hier oder dort angewandt werden mußten, über die Art der zu benutzenden Gefäße und ähnliche Dinge der mangelnden Einsicht zu Hilfe kommen und die Fertigkeit ersetzen, die dem Chemiker von heute durch die Arbeit vergangener Jahrhunderte daraus erwachsen ist, daß er die Natur der Vorgänge bei seinen Arbeiten allmählich erkennen lernte und darum seine Maßregeln und Handgriffe wenigstens einigermaßen berechnen kann. Schon Lavoisier hält in seinem Lehrbuche Beschreibungen der Apparate für geringfügig und Auseinandersetzung der Einzelheiten der Vorgänge für umständlich;[4]) dennoch erschien es ihm notwendig, ihnen einen Teil seines Lehrbuches zu widmen, wo er sie methodisch geordnet zusammenstellt. Berzelius hält auch die methodische Ordnung nicht mehr für nötig; bei ihm wird der praktische Teil zu einem Lexikon. Was in unserer Zeit über Geräte und Gefäße erklärt werden muß,

---

[1]) Kopp, Geschichte der Chemie I, S. 114.

[2]) Vergleiche dagegen in der Schülerscene des Goetheschen Faust den ironischen Gebrauch „Encheiresis naturae" im Sinne von handwerksmäßigem, mechanischem Betriebe der Wissenschaft.

[3]) Encheriae tanta est in Alchemiae exercitio necessitas, ut is demum artifex absolutus censeatur, qui earum notitiam et usum habet perfectum. Sine illis (Ergalia et Pyronomia, den Unterabteilungen der Encheria) nihil possit laudabiliter et accurate fieri.

[4]) Siehe Seite 37.

ist so wenig, daß es sich an geeigneten Stellen einstreuen läßt, ohne daß die Lektüre des Werkes — wie Lavoisier fürchtete — langweilig und schwer würde. Es würde in manchen Fällen sogar falsch sein, Beschreibung des Apparates und des Vorganges zu trennen, so eng gehört beides zusammen; das ist z. B. der Fall bei den Apparaten für technische Betriebe, Gewinnung der Schwefelsäure, der Soda und anderem.

In der Ergalia, dem ersten Teile der Encheria, der die Kunde von den Instrumenten vermittelt und über Einrichtung und Gebrauch derselben Aufschluß gibt, werden besonders ausführlich die vielen Arten der Öfen beschrieben, da das Feuer und die Kunst zu feuern mehr als heute zu analytischen Zwecken dienten und beinahe das einzige Mitte der Analyse waren. Bemerkenswert ist, wie er sich, da das Thermometer noch fehlt, mühsam hilft, die verschiedenen Grade des Feuers zu charakterisieren, also bestrebt ist zu messen, welches Bestreben der alchemistischen Periode oft mit Unrecht abgesprochen worden ist. Den ersten Grad, den lindesten, nennt er den, den die Menschen mit ihren Fingern aushalten können. Genauer teilt er an anderer Stelle die Grade des Feuers dadurch ein, daß er sie durch die Schnelligkeit und Größe der Tropfen bei der Destillation bestimmt: Mäßige Wärme ist da, wenn die Tropfen selten, das heißt in solchen Intervallen fallen, daß man zwischen zweien bis fünfzig zählen kann, heftige Wärme, wenn nur drei Taktschläge zwischen zwei Tropfen getan werden können. Bei Libavius findet man auch die Erklärung, warum die Laboratorien finster gehalten wurden, nicht damit der Chemiker sich und seine Arbeit in zauberisches Dunkel hülle, wie manchmal angenommen wird; Libavius schlägt vor, die Fenster zu verhängen, einfach, weil man im Dunkeln das Feuer in seinen Graden besser schätzen kann.

In ebenso ausführlicher Weise handelt Libavius alle andern Operationen ab, die damals unterschieden wurden: Solutio, liquatio, segregatio, digestio, fermentatio, maturatio, gradatio, sublimatio, destillatio, filtratio, clepsydria und andere.

Was der Teil über Instrumente und Operationen bietet, das ist die Grundlage aller späteren chemischen Praxis geblieben, und hierin liegt der bleibende Wert dieses Buches und der Alchemie[1]) überhaupt. Dagegen ist der zweite, theoretische Teil schon längst überwunden. Er handelt in der Hauptsache de magisteriis und de extractis. Magisterium wird dabei bald in dem Sinne von Meisterstück, Kunst, Fertigkeit, bald in dem allgemeineren von Lehre genommen; in dem ersteren Sinne z. B. wenn es heißt: Magisterium fixorum est, cum corpora volatilia et spirituosa figuntur ad constantiam; Lehre bedeutet das Wort in den Überschriften: De magisterio calcium, de magisterio soni, de magisterio odoris, de magisterio elementorum.

---

[1]) Siehe die 6. Anmerkung auf S. 55.

In dem theoretischen Teile entwickelt Libavius unter anderem seine Ansicht über die Fixation (Auskochung)[1]) der Metalle,[2]) über Metallverwandlung, über Elemente, über Prinzipien und über die quinta essentia, und die Kapitel, in denen er das tut, dürften wohl besonderes Interesse beanspruchen. Sein Hauptsatz über die Metallverwandlung ist: Es ist möglich, alle Metalle in alle andern überzuführen,[3]) und in mehreren Kapiteln sucht er das zu erweisen: Argenti in aurum specialis conversio; cuprum, ferrum, stannum, plumbum in aurum et argentum; ferri in cuprum mutatio und so fort.

Libavius behandelt neben einer Kapitelreihe „de principiis" eine andere „de elementis". Da in der Zeit des Libavius mit principiis die Anfangs- oder Grundbestandteile, nach unserm Sprachgebrauch also die Elemente, begriffen wurden, so kann man geneigt sein, das für eine Unklarheit zu halten. Doch unterscheidet er bewußt zwischen beiden Begriffen: Praeter separationem mistorum in elementa alia quaedam est in principia. Einerseits heißt es: Principia sunt tria, und andererseits führt er aus, daß in den Verbindungen fünf Naturen gefunden werden, vier Elemente und außer ihnen eine quinta essentia, die ganz besonderer „himmlischer" Natur ist. Er kombiniert die Paracelsische Lehre von den drei Principien mit der Aristotelischen Theorie von den vier Elementen. Diese Zusammenstellung kommt einer Einteilung nach verschiedenen Einteilungsgründen gleich, wie wir etwa heute eine Verbindung außer in Elemente auch in Ionen trennen können. Elemente sind wie bei Aristoteles die Grundeigenschaften, die Naturen, die feurige, die flüssige, gasige und feste Art der Körper, während Principien ihre Grundbestandteile — Salz, Schwefel, Quecksilber — sind. So kann ein Principium in mehreren Naturen erhalten werden: Schwefel kann von der Art der „terra", aber auch der „aqua" oder „aer" sein. Beide Unterscheidungen wurden weiter geführt, bis Boyle endgültig mit ihnen aufräumte.

Soviel aus dem Inhalte. Es soll aus diesem Abriß hervorgehen, daß Libavius nicht einzelne Rezepte und ins Besondere gehende Anweisung, sondern die allgemeinen Ergebnisse und den Überblick fürs Wichtige hält, obwohl auch ihm wie seiner ganzen Zeit die

---

[1]) So übersetzt die Alchem. denudata, S. 5.

[2]) Dem festen Zustand der Metalle setzt Libavius den flüchtigen, gasförmigen, unbeständigen entgegen, dem feuerbeständigen den feuernichtbeständigen, indem er unterscheidet: a. Metalle in reinem gediegenen Zustande, b. Metalle in Verbindungen, Lösungen, Erzen, also in Zuständen, in denen sie ihre metallische Natur verbergen: Fixum opponitur inconstanti et volatili, oder: Ignis vim, quod sustinet, fixum est, quod non, volatile. Wie es nun eine Umwandlung aus dem festen in den flüchtigen Zustand gibt, z. B. per solutionem in aquis fortibus, so kann auch umgekehrt der fixe Zustand aus dem flüchtigen erhalten werden. In Verbindungen, Lösungen und in den Erzen sind die Metalle in unbeständigem Zustande, und es war eine Hauptaufgabe der Alchemisten, sie zu fixieren, auszukochen oder wie wir sagen würden, rein darzustellen.

[3]) Perfici potest transmutatio in omnibus metallis.

Chemie nur praktischen Wert vor allem für die Heilkunde hat.[1]) Er sucht durch Lehrsätze und Experimente — dogmatibus et experimentis — zu interessieren. Gerade das unterscheidet sein Buch von der Menge der Goldmacher- und Heilkünstlerbücher seiner Zeit und macht es zum Lehrbuch.

Als solches und in der vortrefflichen Ausarbeitung, die selbst von Büchern, die viele Jahrzehnte später erschienen, nicht erreicht wurde, ist es sicher dem seltenen Falle zu verdanken, daß Libavius als Chemiker Rektor des Gymnasiums zu Rotenburg an der Tauber wurde. Diese Stellung und das Verlangen seiner Zeit nach Naturwissenschaft für die Schule — Baco, Valentin Andreae, Johannes Sturm[2]) — mögen ihn veranlaßt haben, auch einmal die Chemie so zu verarbeiten, wie sie nach der Methode jener Zeit in der Schule gelehrt werden würde, wenn sie Lehrfach wäre, was tatsächlich erst viel später Wirklichkeit wurde. Wenn er auch nicht Chemie als spezielle Doktrin an seinem Gymnasium gelehrt, sondern seinen Schülern höchstens gelegentlich aus ihrem Gebiete einiges mitgeteilt hat,[3]) so sind doch seine pädagogischen Grundsätze und Erfahrungen in andern Lehrfächern im Buche bestimmt zum Ausdrucke gekommen und demselben von Vorteil gewesen. Daß er z. B. nicht viel Einzelheiten und nicht alle Rezepte und Formeln gibt, begründet er mit dem Verfahren in den älteren Disciplinen Dialectica und Musica, wo mit Erfolg ebenso gehandelt wird.[4]) Auch bei den Definitionen hat er die schulgemäße Klarheit und Kürze angewandt, mit der sie am besten im Gedächtnisse haften: Ergalia est instrumentorum alchemicorum explicatio. Pyronomia est caloris ad suas operas adhibendi, ignisque regendi scientia. Fornax est vas, in quo ex igni vivo calor ad materiam accomodatur industrieque regitur.

Das Lehrverfahren ist bei Libavius ganz deductiv. In jedem Kapitel wird aus der stets vorangestellten Definition abgeleitet, was gelehrt werden soll; immer ist das Allgemeinere das erste. Wie es mit dem Stoff der einzelnen Kapitel im kleinen geschieht, so ist das ganze Werk in dem Sinne angelegt, daß das Gebiet mit beinahe mathematischer Genauigkeit in kleine und kleinere Stücke geteilt wird und dieselben vom Umfassenden zum Einzelnen gehend geordnet werden. Die Gliederung erhält dadurch Ähnlichkeit mit einem Stammbaum, wie sie auch in Stammbaumform als Inhaltsverzeichnis dem Werke vorausgedruckt ist.[5]) Sie mochte vielleicht

---

[1]) Alchemia est ars perficiendi magisteria, essentias puras e mistis separato corpore extrahendi. — Nunc medicinae ministrat potius.

[2]) Valentin Andreae (1586—1654) fordert in seinem Werke: „Reipublicae christianopolitanae descriptio“ Unterricht in den Realien. — Johannes Sturm (1507—89) fordert Vorlesungen für Mediziner (Chemiker!).

[3]) Michael Neander (1525—95), Rektor in Ilfeld, behandelte in der Physik auch mancherlei aus der Chemie.

[4]) Non omnes adduco formulas, ne id quidem ars exigit: paucis, iisque comprobatis exemplis est contenta. Non omnia exempla coacervat Dialectica, non Musica.

[5]) Siehe 7. Anmerkung auf Seite 56.

ihrer Zeit wegen dieser Ähnlichkeit für naturgemäß gelten, weil der Begriff „naturgemäß“ noch von Ratke und Comenius äußerlich gefaßt wurde; mechanische Nachahmung der Natur, die psychologische Rücksichten nicht kannte, hielten sie für natürlich.[1])

Die Anordnung bei Libavius bietet ein System der Chemie, das zwar sehr wissenschaftlich, aber doch wie fast jedes derartige System nicht schulgerecht ist. Das System kümmert sich nicht darum, wo das Leichtestverständliche steht, es schreitet nicht allmählich zum Schweren und springt unvermittelt aus einem Gegensatz in den andern. Gleichwohl hat Libavius nicht das Verlangen und die Macht, das System zu zerbrechen und ist darin ganz das Kind seiner Zeit, die die erwähnten Nachteile des Systems nicht beachtete oder doch nicht für schädlich hielt und in ihrem Unterrichte mechanisch und systematisch verfuhr. Da die erwähnten Alchemisten jedoch gar keine Ordnung in ihren Büchern einhielten, so bedeutet Libavius trotzdem einen Fortschritt gegen sie.

Ebenso ist Libavius in der Abmessung des Stoffes weiter gekommen. Er verzichtet auf die Anekdoten und Anhängsel und faßt seine Aufgabe, das ganze Gebiet der Wissenschaft zu beschreiben, viel tiefer als jene. Sie taten es, indem sie da und dorther Einzelheiten herholten, die mit einander nichts zu tun hatten, wodurch sie handwerksmäßige mechanische Kunst erzielten. Dieser offenbart die Zusammenhänge, er läßt nach allgemeinen Gesichtspunkten Überschau halten und sucht Verständnis zu erreichen.

Dadurch bedingt sich von selbst ein Unterschied in der Sprache zu Gunsten des Libavius. Dort entweder unwissenschaftlich und unwürdig oder verworren und unverständlich, hier praktisch, sorgfältig und anschaulich.

C. Die Bücher der Iatrochemiker.

Ungefähr zur Zeit des Libavius hat sich in der Chemie ein Umschwung vollzogen. „Ehemals suchte sie ihre Aufgaben allein im Mineralreiche, jetzt fängt sie an, sich das Reich der Pflanzen und Tiere zu erobern. Einst war sie einzig in der Metallurgie groß, jetzt vermag sie auch viel in der Heilkunde“, führt Libavius aus[2]) und stellt sich dadurch selbst zwischen die Alchemisten und Iatrochemiker. Bald folgte eine Zeit, da die Chemie ganz in der Heilkunde aufgeht, in der sie der bald zu erwähnende Jüncken definiert: Chymiam praestantissimam ac praecipuam fere medicinae partem.

Diese Entwicklung ist ganz natürlich. Chemie war zunächst nur Anwendung der Gesetze gewesen, die man in der leblosen Welt

[1]) Vergleiche Comenius: Magna didactica, 16. Kapitel.

[2]) Olim in metallurgia plurimum valuit. Nunc medicinae ministrat potius et non in mineralibus elaborat tantum sed et animalibus et vegetabilibus, ad usus humanos et salutem defendendam, quanquam etiam ornamenta vitae conferat plurima.

erkannt hatte. Jetzt kam der große Fortschritt, nämlich die Erkenntnis, daß auch das Lebendige ähnlichen oder denselben Gesetzen gehorcht. Diese Gesetze zu erforschen und durch ihre Kenntnis den Kranken zu helfen, erschien notwendig als die nächste Aufgabe. So löste eine Anwendung die andere ab.

In den iatrochemischen Lehrbüchern begegnet man schon seltener den wunderlichen Ansichten, aus vegetabilischen und animalischen Säften könne die coelestis quinta essentia voller Wunderkraft oder der lebenverlängernde Alkahest gebraut werden. Die Iatrochemiker jagen im großen und ganzen einem erreichbaren Ziele nach; sie bieten meist, was sie als heilend beobachtet und erfahren haben, in durchaus verständigen Rezepten. Darum brauchen sie sich nicht mehr hinter dunkeln Bildern zu verstecken und sprechen eine klare Sprache „ohne abermalige närrische Figuren, Rätzel, Gleichnisse und dergleichen schon überflüssig vorhandene, niemand aber noch klug gemachten Dinge", die der Verfasser der Alchymia denudata zwar schon an anderen tadelt, aber selbst nicht vermeidet.

Die ersten Lehrbücher der Iatrochemie stellen ähnliche Vorarbeiten und Versuche dar, wie sie die Alchemie hatte verarbeiten müssen, ehe sie zu ihrem „Libavius" gekommen war. Wieder glaubten die Verfasser zunächst, das Hauptgewicht aufs Einzelne, Spezielle legen zu müssen; sie schufen dadurch Rezept- und medizinische Hausbücher; sie vernachlässigten die begründende Lehre und gaben nur Formeln für die Rezepte und Anleitung zur Bereitung der entsprechenden Heilmittel, trotzdem sie als Hausbücher nicht dem Arzte und Apotheker allein dienen wollten, sondern der Wichtigkeit des Stoffes wegen, die menschliche Gesundheit zu erhalten oder wieder herzustellen, dem breiten Publikum. Bald aber kam die Erkenntnis, daß eine noch so vollständige Summe der Einzelkenntnisse noch nicht das Wissen des Ganzen ausmacht, wenn die Einsicht in die Causalitäten fehlt. So traten wieder allgemeine Gesichtspunkte auf den Plan und wurden als das Wesentlichste an der Iatrochemie erkannt. Zuletzt kamen nur sie zur Darstellung, während die Einzelheiten den Büchern für Mediziner und Forscher überlassen wurden. Die Aufgabe des Lehrbuchs wurde wieder die, hauptsächlich das Verständnis für die chemische Wissenschaft zu erwecken und einen Einblick in ihre wichtigsten Vorgänge und Gesetze zu gewähren.

Die systematische Ordnung des Stoffes wird auch in dieser Periode noch nicht durch Lehrrücksichten wesentlich verändert. Freilich hat sich das System selbst von Grund auf dadurch geändert, daß nicht mehr die leblose Welt allein Gegenstand der Forschung ist, sondern daß auch die Pflanzen und Tiere auf ihre chemisch-medizinische Natur hin untersucht werden. Die Angehörigkeit zu den drei Reichen wird Einteilungsprinzip, und die Autoren gehen in ihren Büchern meist nach einigen allgemeinen Kapiteln — de principiis, de operationibus, de instrumentis — nach Art der Naturbeschreibung durch die drei Naturreiche und greifen heraus, was

die heilende Chemie interessiert. Nur wenige Bücher weichen von dieser Einteilung des Stoffes ab.

Eins der Lehrbücher, die hierher gehören, ist von dem Frankfurter Arzte Johann Helferich Jüncken geschrieben und 1681 unter dem Titel erschienen: „Chymia experimentalis curiosa ex Principiis Mathematicis demonstrata, in qua ex triplici regno, remedia generosiora a Neotericis et aliis hactenus inventa fideliter exhibentur: Adjunctis Singulariorum Remediorum Formulis, adversus omnes tam internos quam externos corporis affectus.“ Die Bemerkung „ex Principiis Mathematicis demonstrata“ wird durch die Art der Darstellung nicht gerechtfertigt; denn das Buch enthält in erzählender, beziehentlich skizzenhafter (Rezepte und Formeln) Weise ohne Beziehung zur Mathematik die Beschreibung der Heilmittel. Er ordnet sie weniger vom chemischen als vielmehr vom ärztlichen Standpunkte aus und führt sie in zwei Sektionen an, die nicht etwas in unserm Sinne spezifisch Chemisches, sondern ihre Anwendbarkeit zum Einteilungsgrunde haben: Die erste Sektion enthält Digestiva, Purgantia, Hepatica, Pectoralia, also Heilmittel gegen innere Krankheiten; die andere faßt die wichtigeren Heilmittel der Chirurgie zusammen, z. B. Ambusta, Bubones, Fistula, Scabies, Vulnera, Lues Venera.[1]) Ihnen gehen drei Sektionen de Animalibus, de Vegetabilibus, de Mineralibus et Metallis voraus, in denen er auf ihre Verwendbarkeit in der Medizin untersucht: Blut, Milch, Fleisch, Urin, Honig, Wachs — Wurzeln, Blätter und Kräuter, Gummi, Wein, Essig — Salpeter, Schwefel, Gesteine. Wie man sieht, ist auch diese Einteilung auf die Sache an sich gebaut, nicht aber auf ihr Verhältnis zum Lernenden.

Jüncken schickt allgemeine Betrachtungen voraus über die Fundamente, Operationen und Werkzeuge[2]) und erinnert dadurch an Libavius. Nur stellt er ohne pädagogischen Vorteil – wie das bisweilen auch heute noch geschieht — ziemlich schwere Sätze an den Anfang: Ex plurimum vero sicco cum pauco calido fit Aer, corpus simplex etc. Er beginnt mit der schwerverständlichen Elemententheorie „De Principiis“, die wie bei Libavius eine Kombination Aristotelischer und Paracelsischer Ideen ist, anstatt mit einfachen Erscheinungen und Experimenten oder auch mit dem praktischen Teile und ähnlichem.

Ein anderes Buch dieser Zeit muß erwähnt werden, weil es in einem Punkte die hergebrachte systematische Ordnung dem Verständnis zuliebe durchbricht; es eröffnet eine Reihe von Lehrbüchern, die das System gegen eine Anordnung zurückstellen, die allein dadurch Berechtigung haben will, daß sie stetig vom Leichten zum Schweren, vom Bekannten zum Unbekannten zu schreiten vorgibt. Diese Reihe endet mit den Schul-Lehrbüchern der neusten Zeit, in denen vom System der Wissenschaft so gut wie gar nichts zu erkennen ist.[3])

[1]) Siehe auch 8. Anmerkung S. 57.
[2]) Prima sectio continet artis fundamenta ac requisita.
[3]) Vergleiche die Besprechungen derselben in den Zeitschriften für chemischen Unterricht.

Das erwähnte Buch ist die Chimia rationalis des Leipziger Professors Ettmüller, bearbeitet von seinem Schüler Aussfeld und 1684 herausgegeben. Darin wird der allgemeine praktische Teil „De operationibus“ nicht wie sonst vorangestellt und dieses vom Standpunkte des Lehrers aus begründet. Ettmüller stellt ihn hinter die bereits ganz ins Einzelne gehende Lehre von den Salzen und vor die Lehre von den andern beiden Prinzipien (sulphor, mercurius), indem er begründet: Bevor man irgend ein chemisches Experiment und seine Erscheinung völlig verstehen kann, muß man eine lückenlose Kenntnis der Grundbestandteile der Verbindungen haben. Weil unter diesen die Salze die wichtigsten sind, die bei den Versuchen die verschiedensten Resultate bedingen, so muß wenigstens ihre Beschreibung zu allererst geschehen.[1]) Dem Verfasser ist dunkel zum Bewußtsein gekommen, daß an dem alten Verfahren etwas falsch ist; es wird ihm aber nicht klar, wo der Fehler liegt. Darum ist seine Änderung oberflächlich, eine einfache Verstellung zweier Abschnitte, durch die für die leichtere Einführung nichts gewonnen wird. Es ist auch nie wieder so geordnet worden. Schon der gleich zu betrachtende Lemery hält es wieder für angebracht, die Elemente der Chemie zu behandeln und einen allgemeinen Begriff von den Öfen, den Kitten, den Graden des Feuers und anderem zu geben, ehe er irgend etwas im Einzelnen bespricht.[2]) Aussfelds Buch erschien ungefähr zu der Zeit, als die Chemie Unterrichtsgegenstand der Universitäten wurde. Von da an ist ein schnelleres Anwachsen der für die Einführung geeigneten Bücher zu erwarten, da von ihm an Chemiker eigens zu Lehrern der Chemie bestellt wurden und somit den Beruf erhielten, weniger über den Fortschritt der Wissenschaft an sich als vielmehr über eine gute Art nachzudenken, nach der die Chemie dem Anfänger zu eigen gemacht werden könne. Eine der ersten wichtigen Folgen dieser Einrichtung war, daß die systematische Ordnung als wenig dazu geeignet und daher als zu verwerfen erkannt wurde. War nur erst dieser Anfang gemacht, so wurde auch jeder Fehlversuch ein Wegweiser zu besseren Resultaten.

Übrigens weicht Aussfeld von der angefangenen Ordnung in der zweiten Hälfte ab, indem er den Stoff nach ganz anderem Einteilungsgrunde unter die Überschriften zwängt: De Metallis (von den Mineralien handelt er schon im ersten Teile), de Vegetabilibus, de Animalibus. Namentlich das letzte Stück zeigt das zwangsweise Verfahren deutlich; es wird gar nicht ausschließlich über Animalisches

---

[1]) Non miraberis, Curiose lector, me Operationes Chimicas postponere Doctrinae salium, cum omnibus aliis communiter praeponere autoribus arrideat. Desines enim mirari, si lecta iam curiose quoque perpenderis, quod nimirum nulla perfecta alicuius operationis eiusque effectus dari possit ratio, nisi particularum mistu componentium, inter quas eminent salinae, ac a quibus in operationibus chimicis maxime diversi dantur eventus perfecta detur cognitio.

[2]) Mais auparavant, que de parler en particulier de toutes ces choses, je croy qu'il est à propos de traiter des principes de la Chymie et de donner une idée générale des Fourneaux, des Luts, des degrez, du feu, et des termes qui pourroient causer de l'obscurité.

gehandelt, sondern über zwei allgemeine Fragen: De legitima Medicamentorum quorundam praeparatione und de Entibus Chimicis (d. i. über chemische Seins-Möglichkeiten). Es wird auf Sätze eingegangen, die weit zurückgehören, z. B. wird erwähnt: Es ist nicht möglich, Quecksilber aus tierischem Blute zu bereiten; es ist ebenso unmöglich, daß ein Kind (wie Paracelsus behauptet hatte) ohne Vater und Mutter bereitet werden könne; aber die Metallverwandlung ist ebenso möglich, wie die Verwandlungen in der Pflanzenwelt und wie die Versteinerung des Holzes. Es erscheint, als ob dem nachschaffenden Schüler der Geist und die Kraft gemangelt habe, den Stoff, von dem der Meister gelegentlich vielleicht aus geschichtlichem Interesse auch Unwesentliches berührte, zu sichten und genügend gut zu formen.

D. Cours de Chymie des Lemery.

Wie die Alchemia des Libavius unter den alchemistischen Lehrbüchern eine besondere Stellung einnimmt, da sie alle andern an Güte überragt, so ist für die Iatrochemie der Cours de Chymie des französischen Arztes und späteren Lehrers M. Nicolas Lemery[1]) (1645—1715) das krönende Werk. Lemery war einer der bedeutendsten und bekanntesten Lehrer der Chemie und sein Lehrbuch ist viele Jahre hindurch das beste gewesen; „selbst als die Wissenschaft weiter geschritten war, wurde noch das Vortreffliche der ersten Anlage des Buches, wie sie Lemery konstruiert hatte, anerkannt und in die neuen Ausgaben die späteren Entdeckungen dem alten Plane nur eingereiht.“[2])

Die Chemie war Universitätswissenschaft geworden und wurde dort nicht mehr lediglich um ihrer Anwendung willen, sondern aus rein wissenschaftlichem Interesse um ihrer selbst willen gepflegt. Lemery zeigt sich auf der Höhe der Entwickelung, wenn er die Chemie nicht mehr aus ihren Zwecken, sondern rein aus ihrem Wesen an sich definiert. Ihm ist die Chemie nicht mehr die Kunst der Goldbereitung und der Heilmittel; La Chymie est une Art, qui enseigne à separer les differentes substances qui se rencontrent dans une mixte. Könnte es scheinen, als ob Lemery aus diesem Grunde gar nicht zu den Iatrochemikern gerechnet werden dürfte, sondern — wie das Kopp tut — zur nächsten Periode gezählt werden müßte, so lehrt schon ein Blick auf den Titel des Werkes das Gegenteil: „Cours de Chymie, contenant la manière de faire les Operations qui sont en usage dans la Médecine.“ Lemery war eben zunächst Arzt; er erkannte zwar, daß die Chemie eine Wissenschaft für sich sein könnte; ihm ging aber vorläufig nur das medicinisch Verwendbare etwas an. Was ihn zur Chemie geführt hattte,

---

[1]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 183.

[2]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 185. Kopp behauptet an derselben Stelle weiter, daß Lemerys Werk bei Lebzeiten des Verfassers dreizehnmal aufgelegt worden sei; das ist ein Irrtum, stammt doch bereits die 11. Auflage aus dem Jahre 1716, während Lemery 1715 starb.

war das Bestreben gewesen, ihre Erkenntnisse dem Arzte dienstbar zu machen, und diesem persönlichen Zwecke nach war er völlig Iatrochemiker.

So sind es medizinische Rücksichten, aus denen er die Pflicht ableitet, Klarheit in die Wissenschaft zu bringen, und die Medizin bestimmt bei ihm die Auswahl des Stoffes, indem er nur die Teile und Säfte u. s. f. erwähnt, die dem Arzte dienen, wie es ihm überhaupt weniger auf die Sache selbst, als vielmehr auf die Wirkung auf den Menschen ankommt. Auch die Anordnung des Stoffes ist, wie erwähnt, die hergebrachte. Was sein Buch so lange im Gebrauch erhielt, was ihm das Leben über die Iatrochemie hinaus verlängerte, konnte also nicht unmittelbar im behandelten Stoffe liegen; dem Inhalte nach ragt sein Lehrbuch nicht über die andern iatrochemischen hinaus.

Der Fortschritt bei Lemery liegt in einer neuen Forschungsart und der mit ihr veränderten Darstellung. Er kommt darin den Ansichten Boyles nahe, die die kommende Periode beherrschten und mit Induction bezeichnet werden.[1]) Lemery baut sein Gebäude nicht aus phantasievollen Theorieen, sondern aus Erfahrungen auf. „Die schönen Phantasieen der Gelehrten offenbaren zwar Geist für große Ideen; aber sie beweisen nichts und zeigen nichts.“ [2]) Lemery stellt den Grundsatz auf, es soll nicht eine Meinung geäußert werden, die nicht auf Erfahrung beruhe. Alles wird auf die Experimente gegründet. Dabei vergißt er nicht, sogar das Experiment selbst zu erklären. Jede Operation, jede beobachtete Erscheinung, jeden Vorgang bei den Experimenten und der Herstellung der Heilmittel begleiten seine Raisonnements, die er in ausführlichen Bemerkungen „Remarques“, die über die Hälfte des Buches füllen, anhängt. Auf diese Weise erfüllt er die Aufgabe, die er sich gestellt hat, dem Laien, wie dem Chemiker verständlich zu sein und die verworrenen Ausdrücke früherer Schriftsteller zu vermeiden, die mit ihrer großen Dunkelheit niemand belehrt haben.

Was Lemery am chemischen Lehrbuche gebessert hat, ist nichts Äußerliches und nicht sofort zu bemerken: Der Stoff ist derselbe — durch einseitige Anwendung bestimmt — und der Gang ist derselbe — es geht durch die drei Naturreiche. Aber innerlich hat sich etwas geändert; Lemery leitet nicht mehr aus den Definitionen ab, er gründet seine Lehre auf die Experienz. Er hat wie Ettmüller-Aussfeld erkannt, daß das rein deduktive Verfahren nicht geeignet ist, dem Lernenden zu helfen, aber er hat beim Besserungsversuche die Sache tiefer und fester gepackt und wirklich gebessert.

Lemery ist der Bote einer neuen Zeit geworden, in der seine Art zu lehren allgemein angewandt wurde. Er gehört nicht in sie hinein, weil sie in einem andern Punkte über ihn hinausgeht, indem sie auch die einseitige iatrochemische Anwendung aus dem Lehrbuche entfernt.

---

[1]) Siehe Seite 25.

[2]) Les belles imaginations des autres Philosophes èllevent l'esprit par de grands idées, mais elles ne leur prouvent rien demonstrativement.

II.

Lehrbücher der hauptsächlich qualitativen Periode.

A. Der Einfluß Boyles.

Bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts hinein sind auch die bedeutendsten Lehrbücher der Chemie zunächst geschrieben worden, um zur Metallurgie oder zur Heilkunde anzuleiten. Dabei fiel nur nebenbei mancher Einblick in die Zusammensetzung der Körper und ihre Eigenschaften und in mancherlei chemische Erscheinungen mit ab. So blieb es, bis man auf den Universitäten anfing, sich der Chemie zu widmen und sie unter universelle Gesichtspunkte zu stellen. Da kehrte sich das Verhältnis um. Gelehrte und Lehrer hielten es erstens für viel nützlicher, über die Natur der Stoffe und Verbindungen und über die Erscheinungen im Zusammenhange Kenntnis zu bringen, als über das Einzelne, weil nach ihrer Meinung durch solche mehr formale Bildung Überblick geschaffen und für den Fall der Anwendung die Fähigkeit vergrößert wird, aus eigner Kraft und innigerem Vertrautsein und Verständnis ohne besondere Anweisung das Richtige zu treffen. Zweitens aber kamen sie zu der Einsicht, daß eine so reiche Wissenschaft nicht bloß ihrer Anwendung auf einem Gebiete wegen gepflegt werden dürfe, während sie doch überall nützen könne.

Ihren kräftigsten Ausdruck haben diese Zeitgedanken durch den Engländer Robert Boyle[1]) (1627—1671) erfahren, der freilich über das Ziel hinausschießt und alle Anwendungen wegreißen will, wenn er tadelt: „Die Chemiker haben sich bisher durch enge Prinzipien, die der höheren Gesichtspunkte entbehren, leiten lassen. Sie erblickten ihre Aufgabe in der Bereitung von Heilmitteln, in der Extraction und Transmutation der Metalle. Ich habe versucht, die Chemie von einem andern Gesichtspunkte aus darzustellen, nicht wie dieses ein Alchemist oder ein Arzt, sondern ein Philosoph tun sollte. Ich habe den Plan einer chemischen Philosophie gezeichnet, die wie ich hoffe, durch meine Versuche und Beobachtungen vervollständigt werden wird.“[2])

[1]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 163.
[2]) Boyle in „Preliminary discourse.“

Es hat sich bald gezeigt, daß die Chemie nicht geneigt war, so weit mitzugehen, sich alle Anwendung rauben zu lassen und reine Philosophie zu werden. Schon bei Boerhaave war die Chemie wieder angewandte Wissenschaft, und seit Liebigs Zeit hieße es der Chemie das Leben nehmen, wenn man von ihren unzähligen Anwendungen auf allen Zweigen des Lebens absehen wollte. Schließlich hat ja doch nur die wissenschaftliche Arbeit Berechtigung, die zuletzt dem Leben dient und Vorteile, Bequemlichkeiten, Gesundheit u. s. f. bringt. Um allein der Wissenschaft zu dienen, können nur wenige arbeiten, aber nie große Massen oder ganze Zeiten. In den Lehrbüchern freilich ist man Boyle weit gefolgt und hat den Mittelweg nicht ganz eingehalten; für die Stoffauswahl wurde die theoretische Chemie an sich bestimmend und in zweiter Linie die Anwendung, allerdings die Anwendung auf allen Gebieten.

Dadurch kam es von selbst, daß auch die Anordnung einen andern Grund zur Einteilung suchte, einen, der in der Sache an sich lag und nicht in der Anwendung, einen, der zugleich didaktischen Forderungen genügte.

Endlich hat sich mit der neuen Forschungsart auch die Lehrart und die Darstellung in jener Zeit geändert; denn immer ist der Weg der Forschung der gewesen, auf dem ihr der Unterricht folgte. Nun war bis in jene Zeit die Eigenschaftslehre des Aristoteles die wissenschaftliche Grundlage der Chemie gewesen. Die Theorieen und Lehrsätze, die darauf gebaut worden waren, entsprachen schon lange nicht mehr den Erfahrungen der fortgeschrittenen Erkenntnis. Die Alchemisten und Iatrochemiker hatten es nicht als ihre Aufgabe betrachtet, die Theorieen mit der Zeit umzubilden und den fortschreitenden Erfahrungen anzupassen. Sie suchten nicht nach selbstständiger, von der Autorität des Aristoteles unabhängiger Erklärung. Ihre Tätigkeit, die deswegen von manchem mit Unrecht nichtwissenschaftlich gescholten worden ist, lag eben auf dem Gebiete der Anwendung. Indem sich aber immer greller die Widersprüche zwischen Lehre und Erfahrung zeigten, sank endlich jene Autorität. Man stürzte die alten Theorieen und suchte durch das umgekehrte Verfahren, durch Empirie und Induction, zu neuen zu kommen. Baco von Verulam ist der Begründer der inductiven Methode überhaupt, und für die Chemie ist auch in dieser Beziehung sein Landsmann Boyle von größter Bedeutung, der die Forderung aussprach: „Läge den Menschen der Fortschritt der wahren Wissenschaft mehr am Herzen als ihre eigenen Interessen, dann könnte man ihnen leicht nachweisen, daß sie der Welt den größten Dienst leisten würden, wenn sie alle ihre Kräfte einsetzten, um Versuche anzustellen, Beobachtungen zu sammeln und keine Theorie aufzustellen, ohne zuvor die darauf bezüglichen Erscheinungen geprüft zu haben.“ Als sicherstes Mittel, sich über die Zusammensetzung der Körper zu belehren, wurden die Experimente erkannt und für die Folge der Grundsatz beachtet: Keine Theorie ohne Umbildung durch fortschreitende Erfahrung!

Boyle hat diese und ähnliche Gedanken im „Chemista scepticus“ aus dem Jahre 1661, der als „Sceptical chemist“ zugleich in seiner Muttersprache erschien, verwertet. Er stellt zwei Männer disputierend gegenüber; Carneades, der skeptische Chemiker, der wohl an den Philosophen gleichen Namens erinnern soll, vertritt Boyles Meinung, während der andere, Eleutherius, der Verteidiger der alten Weise ist. Das Werk gehört nicht eigentlich in die Reihe der hier zu behandelnden Bücher, weil es nicht streng den Charakter eines Lehrbuches hat. Aber es kann nicht gut übergangen werden; denn seine Gedanken haben den Chemie-Unterricht beeinflußt namentlich mit ihrer Geringschätzung aller Anwendung. Da ferner Boyle namentlich durch die Umbildung des Elementenbegriffs ganz neue Meinungen verbreitete, so soll wenigstens seine Elementenlehre hier im Abriß dargestellt werden und zugleich ein Beispiel für seine klare und durchsichtige Darlegung sein.

Indem nämlich Boyle die durch die Tradition und sonst nichts geheiligten Dogmen der Chemie an seiner Forderung: „Keine Theorie ohne Umbildung durch die Erfahrung!“ prüfte, fand er manches Fehlerhafte. Namentlich hielt vor seinem skeptischen Urteile die Elemententheorie durchaus nicht Stand. In ihr hat er mit allen Unklarheiten und Phantastereien unbarmherzig aufgeräumt und auf dem Boden der Erfahrung und klaren Einsicht einen neuen Elementenbegriff in höchster Einfachheit aufgeführt, von dem die folgenden Jahrhunderte nichts als falsch wegreißen konnten, sondern an den nur angebaut wurde, was der Fortschritt brachte, wodurch jedoch die Durchsichtigkeit des Begriffs zunächst nur gelitten hat. (Man denke an die Unterscheidungen: Element, Atom, Molekül, Jon, Elektron, Aequivalent!)

„Bei der Erschaffung der Verbindungen[1]) der Körper ist die Urmasse, aus der sie neben andern Teilen des Universums entstanden sind, in verschwindend kleine Teilchen, verschieden an Größe und Gestalt und von verschiedener Bewegung geteilt worden. Von diesen verschwindend kleinen Teilchen haben sich die benachbarten da und dort zu kleinen Gruppen verbunden und durch ihre Vereinigung eine große Menge gleichgestalteter Massen oder Körperchen gebildet, die in ihre Grundbestandteilchen nur schwer wieder zerlegt werden können. Aus dem größten Teile der so gearteten Verbindungen können unter Zuhilfenahme des Feuers wirklich eine bestimmte Anzahl Substanzen erhalten werden — seien es drei, vier, fünf oder mehr oder weniger — die verschiedene Benennungen verdienen. Denn nicht nur können gewisse Körper, wie Gold und Silber, durch das Feuer nicht zerlegt werden, sondern es können auch Verbindungen in solche Grundstoffe zerlegt werden, wobei es zweifelhaft bleibt, ob das Feuer das einzige und hauptsächliche Trennungsmittel ist[2]). Diese unterschiedlichen

[1]) Es folgt hier die Übersetzung der wichtigsten Sätze des Chemista scepticus.

[2]) Boyle ist bekanntlich der erste, der Analyse auf nassem Wege anwandte. Kopp, Gesch. d. Ch. I, S. 168.

Substanzen, die man aus den Körpern erhalten kann, können mit einigem Rechte die Elemente oder die Prinzipien derselben genannt werden. Wenn ich sagte, „mit einigem Rechte", so erinnerte ich mich der gewichtigen Mahnung Galens: „Wenn die Sache feststeht, soll man über die Worte nicht streiten!" Darum scheue ich mich nicht „Elemente" oder „Prinzipien" zu sagen, teils weil ich weder die Chemiker, die die Grundbestandteile der Verbindungen „Prinzipien" zu nennen pflegen, noch die Aristoteliker ausschließen wollte, die sie „Elemente" nennen, teils weil es zweifelhaft scheint, ob man sie „Prinzipien" nennen soll, weil sie aus anderen einfacheren Körpern nicht zusammengesetzt sind, oder aber „Elemente", da aus ihnen alle Verbindungen zusammengesetzt sind. Es ist nicht hinreichend erwiesen, daß die Zahl der Elemente, welche in gleicher Gestalt in den Verbindungen sich finden, irgendwie begrenzt sei. Ihre Zahl in den verschiedenen Verbindungen scheint nicht immer dieselbe zu sein, weil manche von ihnen in mehr als drei, andere aber nicht einmal in drei verschiedene Stoffe zerlegt werden können."

B. Die Elementa Chemiae des Boerhaave.

Die Summe der Boyleschen Forderungen ist: Die Lehrsätze sollen auf Grund des Experiments und der Erfahrung erwiesen, berichtigt oder umgestoßen werden. Dann soll der auf diese Weise gesichtete Inhalt der Chemie weder im Interesse der Metallurgie, noch in dem der Medicin, sondern einzig und allein der reinen, in sich ruhenden Wissenschaft zuliebe vorgetragen werden, das heißt, die chemischen Tatsachen sollen wenn auch nicht unter sichere Theorieen und Naturgesetze, so doch wenigstens in ein einigermaßen in sich begründetes, also rein wissenschaftliches System gebracht werden.

Hermannus Boerhaave[1]), wiederum einer der bedeutendsten Chemiker seiner Zeit, ist einer der Männer, die an dieser Aufgabe mit gearbeitet haben. Alles, was sich durch die neuen Anschauungen, zu denen die Wissenschaft wie der Unterricht gekommen waren, im Lehrbuche ändern mußte, wenn es auf der Höhe bleiben wollte, ist bei ihm erfüllt. Sein Lehrbuch, die „Elementa Chemiae", aus seinen Vorlesungen hervorgegangen, ist eins der verbreitesten gewesen. Es bot nach Kopp[2]) für die Zeit die vollständigste systematisch geordnete Übersicht des chemischen Wissens.

Bei ihm sind zum ersten Male Chemie und Medicin, Wissenschaft und einseitige Anwendung, völlig auseinandergehalten als zwei Gebiete, die zunächst nichts mit einander zu tun haben. Darin liegt der Fortschritt von Ettmüller, Lemery und ähnlichen zu ihm. Obgleich er selbst ein bedeutender Mediciner gewesen ist, hat er doch die Chemie als selbständige Wissenschaft erfaßt.

---

[1]) Kopp, Gesch. d. Chemie, I, S. 197.
[2]) Kopp, Gesch. d. Chemie, I, S. 200.

Es ist ihm in seinem Werke um Naturforschung zu tun, um Erkenntnis und Erklärung chemischer Tatsachen ohne Nebenzweck. „Objecta, in quibus mutandis, atque observandis, occupatur, sunt corpora sensibilia omnia.“ Freilich erkennt er an, daß die Chemie zum mannigfachen Nutzen verschiedener Künste da sei, aber — und das ist wohl dem Einflusse Boyles zuzuschreiben — im Lehrbuche treibt er nicht solche angewandte Chemie. Über Wesen und Aufgabe der Chemie äußert er Ansichten, die heute noch gelten. Die Chemie ist ihm „die Kunst, welche gewisse physikalische Operationen lehrt, die Körper so zu verändern, daß ihr Wesen den Sinnen begreiflich gemacht werden kann. Dabei sollen gewisse Ursachen und Wirkungen einzeln hervorgerufen und dadurch bekannt werden, zum Nutzen verschiedener Künste.“[1])

Wie es nicht anders zu erwarten ist, geht er in der Anordnung des Stoffes „neue, von ihm selbst gefundene“ Bahnen. Die Dreiteilung nach Naturreichen hat er verlassen und bringt den Stoff in Teilen unter, deren Überschriften und Zusammenstellung der Chemie wesentlich sind: De historia Artis, de Theoria Artis, de Metallis, de Semimetallis, de Igne, Usus chemiae et utilitas eius, de propositione Artis in Physicis[2]) und andere.

Der Einfluß Boyles ist auch in der Art, Theorieen aufzubauen, beziehentlich zu begründen, deutlich zu spüren. Boerhaave macht sich lustig über die Art der Leute, die mehr durch Zufälligkeiten sich belehren ließen als nach gesetzmäßiger Ordnung handelten, die von aller Wissenschaftlichkeit abgekommen waren und, wenn sie gar anfingen zu philosophieren, die Dinge vollends untereinander mengten. Er sammelt wirkliche Ergebnisse ausgeübter Kunst, stellt Hauptregeln auf, die aus ihnen folgen und kommt zu Klarheit und Übersicht, indem er die einzelnen so gefundenen Wahrheiten scharf gegen einander hält. Er erkennt nichts anderes als Theorie an, als die Grundwahrheiten, die abgeleitet sein müssen aus vielen gleichen chemischen Beobachtungen, die unter denselben Umständen immer genau dieselben Erscheinungen zeigten, sodaß mit Recht ihre Allgemeingiltigkeit angenommen werden kann. Boerhaave führt folgendes Beispiel an: Um zu beweisen, was Archimedes über das Gleichgewicht in Flüssigkeiten erkannt hat, ist es nötig, alle Vorgänge auszuschließen, die die Versuchsbedingungen verändern; Gold sinkt in der Flüssigkeit zu Boden, weil es spezifisch schwerer

---

[1]) Übersetzt von S. 30: Chemia est ars —.

[2]) Es wird angebracht sein — schreibt B. S. 3 — zur Begründung der chemischen Lehrsätze die Beweise der Physik, Mechanik, Hydrostatik, Hydraulik wohl zu gebrauchen. Darum handelt er über Compressibilität und anderes und gibt S. 447 auch Beispiele für das Boyle-Mar. Gesetz:

℔	2112	premunt	Aera	sic,	ut	ille	impleat	tubum	hunc	cylindricum	1
„	4224	„	„	„	„	„	„	„	„	„	1/2
„	8448	„	„	„	„	„	„	„	„	„	1/4
„	16896	„	„	„	„	„	„	„	„	„	1/8
„	260336	„	„	„	„	„	„	„	„	„	1/128

als sie ist; dieser Satz kann nicht mit einer Flüssigkeit bewiesen werden, die das Gold löst, also mit Königswasser, in welchem es trotz seiner Schwere nicht zu Boden sinkt. Alle ähnlichen Fälle sind also bei den entsprechenden Versuchen auszuschließen. Boerhaave erfaßt den Begriff des Experimentierens vollends als unter gleichen Umständen mehrfach mit der Absicht ausgeführter Versuche, besonders eine Erscheinung zu beobachten und alles auszuschalten, was stören könnte, wenn er sagt: „Man muß auf kluge Art das Experiment vorrichten, damit nur zur Geltung kommt„ was man beobachten will, z. B. wird man das Galileische Gesetz über die Schwerkraft nicht beweisen können, durch einen Magneten, der beim Fallen in den Wirkungskreis eines anderen kommt.“[1])

Der pädagogischen Erwägungen ist besonders zu gedenken, durch die Boerhaave sein Lehrbuch für die Anfänger geeignet werden lassen will. Er bemerkt ausdrücklich im Vorwort, daß er sein Buch fürs Haus und für den Anfänger bestimmt hat (domestica haec instituta, incipientibus solis data!) und daß sich dadurch sein Lehrverfahren bestimmen müsse. Solche Überlegungen waren schon bei Ettmüller und Lemery zu erkennen, sind aber hier von besserem Erfolg begleitet, naturgemäß schon aus dem Grunde, weil in der Zwischenzeit mancherlei Erfahrungen im Chemieunterrichte gemacht worden waren.

Zweierlei hält er für notwendig, damit dem Leser das an sich schon schwere Gebiet nicht noch mühsamer zugänglich gemacht werde:

1. Es muß völlige Klarheit im Ausdrucke herrschen. Boerhaave sucht sie zu erreichen durch scharfe, kurze Ausdrucksweise und durch Vermeiden aller Fachausdrücke. Schwierige Stücke wiederholt er, so oft sich Gelegenheit bietet, an sie zu erinnern, selbst auf die Gefahr hin, daß man ihm vorwerfe, er sei zu breit geworden. So handelt er zwar die Theorieen im zweiten Teile im Zusammenhange ab; so oft sich aber im dritten Teile, der ins Einzelne geht, Gelegenheit bietet, wiederholt er passende Stücke, was sicher nicht zum Nachteile der Anfänger geschieht, da er es mit anderen Worten und in anderem Zusammenhange tut.

2. Es muß voraussetzungslos und lückenlos vom Leichten zum Schweren gegangen werden. Boerhaave behauptet, daß dies durch seine Anordnung verwirklicht werde. Er hat sich bemüht, so zu ordnen, daß dem Laien auch nicht eine Bemerkung beim fortschreitenden Studium fehle; immer wird das vorausgesetzt, was bekannt sein muß, um das folgende festzustellen. (Semper praemittatur id, quo ad sequens perficiendum facto opus est.)

Während die erste dieser Forderungen von den bisher erwähnten Lehrern auch gestellt und möglichst erfüllt worden ist, tritt die zweite hier zum ersten Male so scharf gefaßt auf. Sie ist seitdem immer als eine der Hauptanforderungen betrachtet worden, die ein gutes Lehrbuch erfüllen müßte. Immer wieder betonen die

[1]) Übersetzt aus dem Propositum.

Verfasser, daß ihr Gang „völlig voraussetzungslos“ und ein stetes Schreiten vom Leichten zum Schweren sei.[1]) Immer wird angedeutet, daß das bei früheren Versuchen nicht völlig geglückt sei. Immer wieder werden aber auch Stimmen laut, die diese Forderung als unerfüllbar bezeichnen.[2])

Wohl um völlig voraussetzungslos zu sein und in gerechter Würdigung des Nutzens der Geschichte der Chemie, beginnt Boerhaave mit einer Historia Artis: „Prima pars expediet originem, progressum, cultura, fata Artis, Auctores primos rerum, secundum tempora, recensebit; consensus horum et dissensus super rebus enarrabit breviter.“ Er deutet auch den Hauptvorteil dieser Darstellung an: „Hinc sectas; et quae ex his bona arti vel mala, singulisque propriorum meritorum suam attribuens gloriam; ab utili praecipuos commendabit candide.“ Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß mehrere andere Autoren ebenfalls in ihren Büchern der Geschichte der Chemie einen breiteren Raum gestatteten; andere verwerfen das und halten die Kenntnis der Vergangenheit der Chemie für überflüssig[3]). Bei Liebig ist noch eine vorzügliche Einführung in die Geschichte der Chemie zu finden. Mit der Zeit hat sich leider als allgemein üblich eingebürgert, einen besonders geschichtlichen Abschnitt zu vermeiden und nur gelegentlich auf bedeutende Chemiker, ihre Entdeckungen nach Art und Zeit und auf sonstige wichtige Ereignisse hinzuweisen, etwa bei Elementen, deren Entdeckung besonders bedeutsam gewesen ist, oder bei wichtigen chemischen Gesetzen und Regeln. In neuerer Zeit wird dagegen verlangt, der historischen Entwicklung der Chemie mehr Platz zu gönnen.

Wer die chemischen Kenntnisse einer Zeit nutzbringend sammeln will, muß nach Boerhaaves Urteil sich lange und innig mit der Kunst beschäftigt und den Geist durch beständige Übung geschärft haben. Trotz der Erkenntnis, daß er diesen Forderungen genüge, und trotz aller Mühe, die er sich ausgesprochener Maßen bei der Abfassung des Werkes gegeben hat, bleibt er doch bescheiden und hält es für eine Kühnheit, daß er sein Buch habe drucken lassen, und nur der Hinblick auf schlechte Bücher tröstet ihn: „Evulgandi audaciam imputa aviditati, quae deterior exceptus liber fuit a publico!“

C. Die Bedeutung Stahls für das chemische Lehrbuch.

Ein Mangel an Boerhaaves trefflichem Werke wie an allen andern seiner Jahrzehnte ist die Willkür in der Anordnung. Der

[1]) Siehe über Lavoisier, S. 35.
[2]) Siehe über Berzelius, S. 40.
[3]) Siehe hierüber, Julius Wagner, Über d. Anf.-Unt. i. d. Ch. S. 16; S. 32: Gerade bei einem ersten Unterricht ist das geschichtlich Gewordene zu berücksichtigen und auf diesem Wege in die Kenntnis des Gegenstandes einzuführen u. s. f. — Ebendort, S. 32: Schon 1884 sprach Ostwald aus, daß in der allgemeinen Chemie die historische Entwicklung der Ideen mit der logischen vielfach zusammenfällt.

Bericht über die einzelnen Tatsachen war durch Boyles Verdienst durchsichtig und scharf, wissenschaftlicher geworden. Aber noch standen die Chemiker dem Reichtum des Stoffes als Ganzem machtlos gegenüber; noch fehlt die Kraft zu ordnen und Übersicht zu gewinnen. Sie wußten also nicht, aus den vielen Steinen ein harmonisches Gebäude aufzuführen. Sie fanden keinen Einteilungsgrund, kraft dessen sie den Kapiteln einen begründeten Platz in einem vollendeten Systeme anweisen konnten. Die drei Naturreiche, das war bereits erkannt, konnten dem nicht genügen. Die Einteilung nach ihnen war der Chemie nicht wesensverwandt; was, als verschiedenen Reichen angehörig, hätte getrennt vorgetragen werden müssen, das gehörte vielleicht vom chemischen Standpunkte aus durch Übereinstimmung der Eigenschaften und anderes unbedingt in unmittelbare Nachbarschaft und umgekehrt, wie überhaupt die Zugehörigkeit zu den Naturreichen chemisch gar nicht bedeutsam ist. Etwas anderes war aber nicht gefunden worden. So klar auch durch Boyle der Elementenbegriff gefaßt worden war, so waren doch noch nicht genügend viel Elemente als solche erkannt, daß man den gesamten Stoff um sie herum hätte gruppieren können. Daneben klebten immer noch Stücke der alten Überzeugungen fest und drängten sich als Gruppierungsgrund in den Vordergrund, geht doch z. B. selbst Boerhaave in einem Teile seines Buches den vier Elementen nach. Es entschied schließlich die Willkür des einzelnen Gelehrten. Aber auch besondere persönliche Begabung konnte nicht den Mangel eines Planes des Aufbaues verdecken, der in der Sache selbst begründet lag und dem sich die Gesamtheit des Stoffes willig fügte; und so blieb es bei der erwähnten komplizierten, oft wiederholenden, zerstückelten Anlage der Lehrbücher des 18. Jahrhunderts.

Durch die in jener Zeit allgemein übliche reine Empirie und Induktion konnte in dieser gerade für Unterricht und belehrende Darstellung wichtigen Sache auch kaum in kurzer Zeit Änderung gebracht werden. Es wurde gesammelt, aber nicht geordnet und überschaut. „Tatsachen sammeln!“ war Losung, aber nicht „System und Zusammenfassen!“ Der Fortschritt kam denn auch von einem, der von Boyle und der empirischen Strömung unberührt, als einsame letzte Säule der Deduction zu gelten hat, von Georg Ernst Stahl und seiner Phlogistontheorie. Stahl hatte zwar alchemistischen Zielen in Bezug auf die Anwendung entsagt; aber er war Alchemist geblieben, indem er die Methode der mehr philosophischen Spekulation beibehielt. Er steht darin im Gegensatz zu Boerhaave, namentlich aber zu Lemery, der umgekehrt zwar alchemistische und iatrochemische Ziele verfolgte, aber die althergebrachten Theorieen überwand.

Das Ziel aller Arbeiten Stahls war die Aufsuchung von Erscheinungen, welche in einerlei Klasse gehörten und einerlei Ursache ihre Entstehung verdankten.[1]) Und obwohl Stahl, wie er sagt, keine Zeit gehabt hat, sich im Schulstaube zu wälzen, so ist diese

[1]) Liebig, Chem. Br. I, S. 71.

seine Arbeit doch vor allem der Schularbeit zu gute gekommen, da sie den erwähnten Mangel beseitigte.

Freilich war seine Theorie falsch und stand mit den Tatsachen, namentlich mit den Gewichtsverhältnissen in Widerspruch. Aber daraus ist ihm kein Vorwurf zu machen; mit Wage und Gewichten hat man in jener Zeit noch nicht die Theorieen geprüft; Gewichtsverhältnisse wurden noch nicht als Vergleichsmomente benutzt. Stahl hat — und das bleibt sein Verdienst — die vorhandenen chemischen Kenntnisse geordnet unter eine Theorie gebracht und die Chemie von ihr aus eingeteilt, somit das bis dahin fehlende Prinzip gegeben. Er hat der Chemie ein System gegeben, das man nach der Entdeckung des Sauerstoffs und der richtigen Erklärung der Verbrennungserscheinungen nur zu transponieren und abzuschreiben brauchte, um das neue System zu erhalten, das heute noch als richtig gilt. Stahl hat kein Lehrbuch geschrieben; wohl aber haben einige seiner Schüler sich des Meisters Namen zu Nutze gemacht und ihm den zweifelhaften Gefallen getan, unter seiner Flagge eigene Machwerke segeln zu lassen. Es ist ihm wie Boerhaave gegangen, der auch darüber klagt, daß die Hörer im Kolleg vor seinen Augen ein Buch gebrauchten, das angeblich seine Lehre enthielt, und seine Worte gegen den Text des übeln Werkchens abwogen, odioso sane spectaculo, fürwahr ein verhaßter Anblick! So sind als von Stahl erschienen: 1720: Chymia rationalis et experimentalis, 1721: Fundamenta Chymico-pharmaceutica, 1723: Fundamenta Chymiae dogmaticae et rationalis, 1732: Fundamenta Chymiae dogmaticae rationalis et experimentalis.[1]) Im Jahre 1746 erschien ein solches Schülerbuch in zweiter Auflage und hat den Titel: „D. D. Georgii Ernesti Stahlii Consil. Aulici et Archiatri Regii Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis.“ Es ist ein Lehrbuch, das in Anlage und Bedeutung weit hinter Boerhaave zurückbleibt und namentlich darin fehlt, daß es das phlogistische System im Aufbau gar nicht berücksichtigt. Nach Kopps Angabe soll Stahl in der Sprache inkorrekt und im Stil manchmal verworren gewesen sein; das Buch seines Schülers übertrifft ihn sicher darin. Ein und derselbe Stoff wird planlos an verschiedenen Stellen behandelt, weil der Verfasser offenbar verschiedene Gedankengänge des Lehrers, der das chemische Gebiet bei Wiederholung der Vorlesung in mannigfaltiger Form durchschritten hatte, nicht unter einen großen Gesichtspunkt bringen konnte und sie mechanisch hintereinanderreihte. Dabei muß er trotzdem durch Abschweifungen — Appendix, Tractatus, Prooemium nennt er sie — die Kapitelreihe unterbrechen, um lose und äußerlich manches anzubauen, was in den Bau organisch einzufügen seine Kraft nicht vermochte.

Auch der Inhalt erscheint im Gegensatz zu der fortgeschrittenen Anschauung sehr konservativ und alchemistisch, er entspricht jedenfalls dem jungen Stahl, der die Alchemie verteidigte, während der

[1]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 193.

alte vor ihr warnte. So wird dem Buche im ersten Teile ein Traktat des längst veralteten Alchemisten Isaacus Hollandus (14. Jahrhundert!) beigefügt. Darum kann an dem Buche nur interessieren, worin notwendig ein Fortschritt liegen muß, das ist das, was es über das Feuer, über die Vorgänge beim Verbrennen, bei der Calcination und Reduction sagt, kurz nur alles das, was die Phlogistontheorie betrifft. Gerade darin aber begeht der Verfasser den didaktischen Fehler, sie im allgemeinen als bekannt vorauszusetzen, sie nicht aufzubauen, sondern sie nur hier und dort zu berühren. Zwar ist der erste Teil überschrieben: Pars generalis theoretica; aber er ähnelt sehr den bisweilen auch heute noch gebrauchten „Einleitungen." Darin wird auf wenigen Seiten zunächst Chemie definiert; dann wird etwa zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen unterschieden, einige Brocken über Element und Verbindung werden gegeben, vielleicht auch in allgemeinen Redensarten über Zusammensetzung und Zerstörung der chemischen Verbindungen abgehandelt. Das geschieht alles — und das ist das Fehlerhafte dabei — ohne ersichtichen Zusammenhang und ohne daß weitere Kenntnisse darauf aufgebaut würden. Für das fernere Studium des Buches wird die Einleitung nicht gebraucht und kann vergessen werden. Das Buch würde mit demselben Nutzen gelesen und ebenso verstanden werden können, wenn man die ersten Seiten überschlüge. Doch sind diese Einleitungen nicht zu verwechseln mit dem Anfange einer ausführlicheren Einleitung in die Chemie, bei der ähnliche erste Erörterungen erstens planmäßig zusammenstellt und zweitens für den späteren Unterricht Voraussetzung, also sehr nötig und berechtigt sind, wie später noch zu erwähnen sein wird.

Phlogistisches wird berührt unter der Überschrift „De Sulphure et inflammabilitate", wo er den Schwefel als den aetherartigen Stoff bezeichnet, der das Feuer unterhält[1]), ferner dort, wo er „De Igne" dociert und beim Feuer Stoff und Form unterschieden wissen will[2]). Das Feuer ist ein Aggregat einer Unmenge höchst beweglicher und bewegter Teilchen; Feuerstoff ist namentlich in den Oleis puris zu finden. Natürlich bringen auch die Abschnitte „de Calcinatione, de Incineratione, de Reductione" die entsprechenden Sätze der Theorie: Die Verkalkung ist ein dem Verbrennen analoger Vorgang; bei derselben entweicht ein Stoff, der bei der Reduction dem Kalke wiedergegeben wird.

Pädagogische Feinheiten und Weiterbildungen der guten Lehrmethode sind dem Buche fremd. Hat es also der Entwickelung des chemischen Unterrichts nicht besonders viel genützt, so gibt es dadurch doch das eine zu beherzigen, was für unsere lehrbuchreiche Zeit viel wert ist: Es ist nicht jedermanns Sache, ein Lehrbuch zu schreiben; es gehört mancherlei dazu, zum allermindesten jahrelange Beschäftigung mit der Chemie, Überblick, überlegenes Können und pädagogisches Geschick!

[1]) Sulphur terra sulphurea aetherea subtilis ad flammam concipiendam apta.
[2]) In Igne duo consideranda: 1. Materia, 2. Forma.

III.

Lehrbücher der hauptsächlich quantitativen Periode.

A. Traité élémentaire de Chimie des Lavoisier.

Lehrbücher, die einer reich begründeten, lange zu Recht bestehenden Theorie angehören, erreichen meist ein sehr hohes Alter. Sie können die weniger wesentlichen neuen Erkenntnisse ihrem Bau einfügen und dadurch der Wissenschaft und dem Unterrichte lange genügen. Beispiele dafür sind die Lehrbücher des Libavius und Lemery. Ist dagegen eine Theorie, die die ganze Chemie beeinflußte, bald wieder verlassen worden, so verschwinden auch ihre Lehrbücher sehr schnell. Bei der Phlogistontheorie wurden sogar die Lehrbücher von der Wissenschaft überholt. Es gab noch gar kein gutes phlogistisches Lehrbuch, da waren schon neue wichtige Entdeckungen wie eine Welle über die Stahlsche Lehre dahingegangen und hatten sie weggespült.

Seitdem durch physikalische Methoden, praktisch heißt das, seitdem durch Anwendung der Wage die chemischen Prozesse, vor allem die Oxydations- und Reductionsvorgänge ganz anders gedeutet wurden, seitdem die Luft als ein Gasgemisch und der Sauerstoff als dessen die Verbrennung unterhaltender Bestandteil erkannt war, begann die Phlogistontheorie stark zu wanken. Der Widerspruch zwischen Erscheinung und Erklärung und die Differenzen zwischen Tatsache und Hypothese wuchsen zu einer Macht, die sie und das Verfahren, das sie geboren hatte, stürzte. Man war zu einem Zustande gekommen, in Bezug auf den Lavoisier den Abt Condillac zitiert: „Ist es soweit gekommen, haben die Irrtümer soweit zugenommen, dann bleibt uns nur ein Mittel übrig, um in das Vermögen zu denken, Ordnung zu bringen, nämlich alles das zu vergessen, was wir gelernt haben, den Anfang der Ideen aufzusuchen, ihre Entstehung zu verfolgen und — wie Baco sagt — den menschlichen Verstand wieder zu bilden.“[1]) An die Stelle der Stahlschen Methode, die von der Theorie aus die Erscheinungen erklärte, mußte wieder das umgekehrte Verfahren treten. Diesmal geschah es aber in gemäßigter Form, und die zu langsam

[1]) Nach der Hermbstädtschen Übersetzung des Lavoisierschen Traité de Chemie.

weiterschreitende Art Boyles wurde durch vorsichtige, der Wahrscheinlichkeit nicht entbehrende Hypothesen beschleunigt, und so ist es zu dem heute noch üblichen und auf die Dauer überall nötigen Gemisch von Induktion und Deduktion gekommen.

Lavoisier hatte bereits seit 1772 daran gearbeitet, die Verbrennungstheorie zu reformieren. Dabei ergab sich die Notwendigkeit, die Nomenklatur der Chemie zu verändern und zu vervollständigen. Nur eine kurze Auseinandersetzung über die so entstandene neue Nomenklatur, wie sie Lavoisier der Akademie 1787 vorgeschlagen hatte, wollte er geben, als er ein Werk hierüber zu schreiben begann. Aber unter der Einsicht der Unmöglichkeit, Wissenschaft und Nomenklatur von einander zu trennen, weil letztere ohne ausführliche Begründung unverständlich und unnütz ist, wuchs die Arbeit unvermerkt zu einem Werke, das die ganze chemische Lehre unter neuen Gesichtspunkten in elementarer Form enthält: Traité élémentaire de Chimie présenté dans un ordre nouveau et d' après les découvertes modernes, avec Figures: Par M. Lavoisier, de l' Académie des Sciences, de la Société de Médecine, des Sociétés d' Agriculture etc.

1789 hat er dieses Buch der Pariser Akademie der Wissenschaften überreicht. Damit begann eine neue Epoche in der Chemie; denn obgleich er im Jahre darauf unter der Guillotine sterben mußte, weil die Republikaner raisonnierten: „Nous n'avons plus bésoin des Savant,“[1]) so fanden sich doch genug andere, auch alte Phlogistiker, die befestigten, was er angefangen hatte.

Die Ordnung Lavoisiers in seinem Lehrbuche weicht nicht nur, soweit es in der Natur der Sache liegt, gänzlich vom Hergebrachten ab, sondern bei ihrer Aufstellung gehorcht Lavoisier unverbrüchlicher als je einer vor ihm dem Gesetze, möglichst nie anders als stetig vom Bekannten zum Unbekannten zu gehen, keinen Schluß zu ziehen, der nicht unmittelbar aus Erfahrungen folgt, und die chemischen Wahrheiten so aneinander zu reihen, daß sie dem Anfänger begreiflich werden, kurz Lavoisier schließt sich in natürlicher Entwickelung an Boerhaave an. Es ist, meint Lavoisier, ein Fehler, der allen chemischen Lehrbüchern gemein ist, daß sie gleich beim ersten Schritte Kenntnisse voraussetzen[2]), die der Schüler oder Leser erst in den folgenden Lektionen erhalten soll: „Fast alle fangen damit an, daß sie die Grundstoffe der Körper abhandeln und die Tabellen der Affinität erklären, ohne zu bedenken, daß man gleich vom ersten Tage an dabei genötigt ist, die Haupterscheinungen der Chemie zu überblicken und sich solcher Ausdrücke zu bedienen, die noch nicht erklärt worden sind und bei denen dle Wissenschaft als bekannt vorausgesetzt werden muß, die erst erklärt werden soll.“ Ein Kapitel über die Elemente der Körper im alten Sinne fehlt bei Lavoisier überhaupt, da es nach seiner Ansicht ganz auf metaphysische Untersuchungen angewiesen wäre.

[1]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 301.
[2]) Siehe bei Boerhaave über denselben Punkt, S. 29, 30.

Lavoisier weist der Chemie einen Weg an, der ihm der Natur am angemessensten erscheint und der nicht ganz lückenlos ist — ein seltenes, kühnes, aber zutreffendes Geständnis eines großen Chemikers und Lehrers — „weil ihm der unvollkommene Zustand der Chemie unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet, die Reihe der Tatsachen unterbricht und mühsame und schwierige Verbindungen derselben erheischt.“ Der Lehrgang Lavoisiers soll hier ausführlich dargestellt werden, weil er für viele Lehrbücher der nächsten Jahrzehnte vorbildlich geworden ist.

Von dem Phänomen ausgehend, daß die Körper durch Erwärmen nach allen Seiten hin ausgedehnt werden, stellt Lavoisier zunächst den Begriff Calorique (Wärmestoff) fest, als einer hypothetischen unwägbaren feurigen Flüssigkeit (fluide igne), die sich zwischen die kleinsten Teile der Körper drängt und sie von einander zu entfernen sucht. Ihr entgegen wirkt die Attraktion, und je nachdem die eine oder die andere Kraft überwiegt, würden sich die Teile unendlich nahe kommen, oder sich unendlich weit von einander entfernen. Der Druck der Atmosphäre bewirkt zusammen mit diesen beiden Kräften die drei Formarten der Stoffe, sodaß sie fest, flüssig oder luftförmig erscheinen. Die Gase z. B. haben viel Wärmestoff mit ihrem Grundstoffe verbunden, daher sind ihre Teile weit von einander entfernt. Der Dunstkreis (2. Abschnitt) der Erde ist darnach die Summe der Mischung aller der Stoffe, in denen bei der Erdtemperatur die Kraft des Wärmestoffs größer ist als die Attraktion, mit allen den Stoffen, die sich in diesem Gasgemisch lösen. Der 3. Abschnitt bestimmt die Zahl und die Art der an dem Gemisch beteiligten elastischen Flüssigkeiten. Er lehrt die Luft als aus $^1/_6$ atembarer und $^5/_6$ nicht atembarer Teile bestehen. Weiten Raum nimmt als 4. Abschnitt die Festsetzung der Namen dieser Teile ein. Als Gattungsnamen benutzt er den von Helmont eingeführten „gaz“, der dadurch specificiert wird, daß der Name des Grundstoffes, der mit dem Wärmestoff verbunden das Gas bildet, beigefügt wird. Der Name des Grundstoffes wird von der wichtigsten Eigenschaft des Gases hergenommen, etwa daß es vom Wasser oder vom Aether stammt, Säuren erzeugt oder das Leben nicht erhält. So entsteht Gaz aqueux für Wasserdampf, Gaz èthérè für Aetherdampf, Gaz oxygène für Sauerstoff und Gaz azotique für Stickstoff. In den nächsten Abschnitten wendet sich Lavoisier zu den Verbindungen des Sauerstoffs mit Phosphor, Schwefel und Kohle, dann zu denen mit Metallen, zur Säurebildung überhaupt und zur Nomenklatur der dazugehörigen Verbindungen. Lavoisier redet dabei von Zersetzung des Sauerstoffs, weil er ihn als eine Verbindung mit dem Wärmestoff auffaßt und so schließt: Wenn die metallischen Stoffe bis zu einem gewissen Grade der Temperatur erhitzt sind, so hat der säureerzeugende Stoff eine größere Verwandtschaft mit ihnen als mit dem Wärmestoff. Folglich haben alle metallischen Substanzen, wenn man Gold, Silber und Platin davon ausnimmt, die Eigenschaft, den Sauerstoff zu zerlegen und Wärmestoff (Verbindungswärme)

daraus zu entwickeln. Im 8. Abschnitte zerstört wieder eine neue Tatsache einen Jahrtausende alten Glauben: L'eau ne point une substance simple! Durch Kohle und Eisen wird das Wasser zerlegt und sein Grundstoff Hydrogène wieder zu Wasser verbrannt, neben Sauerstoff und Stickstoff somit der Wasserstoff eingeführt. Nach dieser Lehre von den Grundstoffen und ihren einfachen Verbindungen folgen die Besprechungen der Verbindungen der oxydierbaren Stoffe untereinander, Betrachtungen über Oxyde und Säuren von mehreren Grundbasen, Zersetzung vegetabilischer und animalischer Stoffe durch Feuer, Fäulnis und Gärung, und er schließt mit der Verbindung der Säuren mit metallischen und erdigen Substanzen zu Neutralsalzen.

Lavoisiers Anordnung ist später noch manchmal gebraucht worden; auch Berzelius bezeichnet sie als anwendbar: a) einfache Stoffe, b) einfache Verbindungen derselben c) Verbindungen von b mit a und mit b zu zusammengesetzteren und sofort zu komplizierteren Verbindungen.

Dem zweiten Hauptteil merkt man besonders an, daß es Lavoisier bei seinem Werke ursprünglich um eine Neu-Nomenklatur zu tun gewesen ist. Er besteht in der Hauptsache aus tabellarischen Nebeneinanderstellungen der neuen und alten Namen nach der Reihe des ersten Hauptteils. Nur bei manchen Verbindungen findet man kurze Worte über Zeit der Entdeckung, Entdecker und ähnliches; ausführliche Bemerkungen, die den Tabellen beigegeben sind, befassen sich mit der Darstellung der bekanntesten Säuren. Tabellenartige Darstellung der gesamten Chemie wurde nach Lavoisiers Vorbilde, das er mit diesem 2. Hauptteil gegeben hatte, bald nachgeahmt. Es lag dies sehr nahe, da die Chemie nach Entdeckung des Sauerstoffs mit Leichtigkeit in ein System gefaßt werden zu können schien.

So haben Fourcroy 1801 und Lampadius (aus Freiberg) 1808 die Chemie in Tabellen dargestelt. Die Schwächen solcher tabellenartigen Darstellung der Chemie liegen klar zu Tage: Wertvolles steht gleichberechtigt neben Wertlosem; der Stoff muß oft gezwängt werden, damit er sich in die Rubrik fügt, weil möglichst wenig Rubriken die Übersicht erleichtern; Erklärungen müssen des mangelnden Platzes wegen wegfallen; lange gleichförmige Reihen ermüden — bei Fourcroy 135 Arten Salze! Für den Unterricht sind sie vollends nicht zu gebrauchen; sie würden dem Anfänger die Grundlage schematischen, gedächtnismäßigen, mechanischen Wissens werden, während sich höchstens der erfahrene Chemiker ihrer mit Vorteil bedient, indem er die Stoffe und Verbindungen nach Ähnlichkeiten und Unterschieden augenblicklich überschauen kann.

„Geringfügige Beschreibungen der Apparate, umständliche Auseinandersetzungen der Einzelheiten der Vorgänge unterbrechen den Gedankengang und machen die Lektüre des Werkes langweilig und schwer". Das ist der Grund, warum Lavoisier den praktischen Teil, sozusagen die Technik der Experimentalchemie aus dem Zu-

sammenhange herausgeholt und für sich gestellt hat, ans Ende als dritten Hauptteil, weil Kenntnisse vorausgesetzt würden, die erst das Buch selbst geben wolle. Bemerkenswert ist, daß Lavoisier auch dabei nicht rein systematisch, sondern schulgerecht vorgeht: dans l'ordre qui m'a paru la plus propre à en faciliter l'intelligence. Er teilt die chemischen Operationen in verschiedene Klassen: „Einige kann man als blos mechanische ansehen; dergleichen sind die Bestimmungen des Gewichts der Körper, das Maß ihrer Vo'umen, das Reiben, das Sieben, Waschen und Durchseihen; andere sind wahrhaft chemische Operationen, weil sie chemische Kräfte und Agentien erfordern, als die Auflösung und das Schmelzen. Endlich haben einige zum Zweck, die Bestandteile der Körper zu scheiden, andere, sie zu vereinen; oft haben sie diesen doppelten Zweck". Bei den Apparaten, die zur „neueren Chemie" gehören, verweilt er besonders lange, weil sie wenig bekannt sind; ein ganzer Abschnitt handelt über Gasmessung, einer über calorimetrische Apparate. — Auch für diesen praktischen Gang sind, da er zugleich eine gute Einführung in die Chemie sein kann, neue Vorschläge gemacht worden.

Lavoisiers Bedeutung für die Geschichte des chemischen Lehrbuchs liegt darin, daß er zum ersten Male seinem Buche ein System zu Grunde gelegt hat, das sich an rein chemische Tatsachen anlehnt und das mit den naturgemäßen Erweiterungen heute noch gilt. Dieses System ist dadurch möglich geworden, daß in der Anwendung der Wage und in der Beobachtung der Gewichtsverhältnisse bei chemischen Vorgängen ein Gesichtspunkt gefunden worden war, dem sich der gesamte Schatz chemischer Tatsachen restlos fügen mußte, weil diese Verhältnisse nirgends auszuschalten sind und weil sie überall eine wesentliche Rolle haben.

Die Bestrebungen Boerhaaves nach einem Gange und nach einer Darstellungsart, die den Schüler berücksichtigt, verfolgt auch Lavoisier und lockert das System, wenns nötig ist, des besseren Verständnisses wegen. Durch Lavoisier haben die Lehrbücher ungefähr die heutige Gestalt angenommen und ihr Charakter wird nur durch die neuen Entdeckungen äußerlich etwas verändert. Keine Veränderung hat seitdem einen so bedeutenden Umschwung und Fortschritt für den Unterricht bedeutet, wie der durch Lavoisier bereitete Sturz der Phlogistontheorie.

B. Die unmittelbaren Nachfolger Lavoisiers.

Lavoisiers Lehrbuch ist besonders für die Lehrbücher aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts ein Vorbild gewesen. Eine Einleitung meist physikalischen Inhalts wird vorausgeschickt. Sie handelt bei Humphry Davy in den „Elementen des chemischen Teiles der Naturwissenschaft"[1]) aus dem Jahre 1812 über Kräfte und Eigen-

[1]) Vorgelegen hat mir die Übersetzung von Friedrich Wolff, der Weltweisheit Doctor und Professor am Joachimsthaler Gymnasium.

schaften der Materie und über die allgemeinen Gesetze chemischer Veränderungen: Gravitation, Cohäsion, Wärme, chemische Anziehung, elektrische Anziehung und Abstoßung und ihre Wirkungen auf chemische Verbindungen. In seinem „Traité de Chymie élémentaire, théorique et pratique“ 1813, der von Fechner ins Deutsche übersetzt worden ist, beschäftigt sich L. J. Thénard zunächst ebenfalls mit Erscheinungen der Wärme, des Lichts, der Elektricität, des Magnetismus und des Elektromagnetismus, insofern sie auf die Chemie Bezug haben. Solche Übergriffe in die Physik sind aus pädagogischen Einsichten berechtigt und gut. Physikalische Erkenntnisse und Methoden waren die Ursachen der raschen Bereicherungen der Chemie geworden; ohne diese Streifzüge in die Physik ließen sich daher die vielen Veränderungen in der Chemie nicht genügend erklären.

Nach der Einleitung nehmen die Verfasser die einfachen Stoffe zuerst vor und darnach die Verbindungen dieser unter einander; namentlich Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge erfahren ausführliche Schilderung. „Mehrere trennten von den einfachen Stoffen als unzerlegte die Laugensalze, Erden und Metalle und handelten diese besonders ab. Dann kam die Chemie der zusammengesetzteren Stoffe an die Reihe, die Salze, die organischen Substanzen, und ein Überblick über die chemischen Operationen und Gerätschaften schloß das Ganze“.[1]) So sind die erwähnten Lehrbücher Davys und Thénards eingerichtet. Sie stimmen beide mit dem Traité Lavoisiers bis auf die schon erwähnte Betonung der chemischen Aktionen der Elektricität, des Galvanismus etc. und der dahin gehörigen Zusammenhänge überein. Beide Werke sind daher durch das Lavoisiersche genügend mit charakterisiert.

Die Lehrbücher des 19. Jahrhunderts können übrigens alle mit Vorteil in Gruppen betrachtet werden, indem die gleichzeitig oder kurz nach einander erschienenen Werke zusammengefaßt werden, da sie bezüglich des Inhalts meist vollkommen und bezüglich der Anlage wenigstens in den Grundzügen übereinstimmen. In letzterer Hinsicht unterscheiden sie sich nur soweit von einander, soweit sich dem Lehrbuch außer dem chemisch-methodischen Zeitcharakter die pädagogischen Sonderansichten und die Subjektivität des Verfassers aufprägen. Solche Zusammenfassung war bisher nicht nötig und nicht möglich, weil das Bedürfnis nach chemischen Lehrbüchern nicht so groß war, daß zu gleicher Zeit oder kurz nach einander mehrere bemerkenswerte Werke erschienen.

C. „Lärbok i Kemien“ des Berzelius und ähnliche.

Ein Typus für eine lange Reihe von Jahren ist des großen Berzelius[2]) „Lärbok i Kemien“ geworden, das von Wöhler 1825 ins Deutsche übersetzt wurde. Das vierbändige Werk schließt sich

[1]) Kopp, Gesch. d. Ch., II, S. 23.
[2]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 319 u. f.

an Lavoisiers Traité an und kann eine Weiterbildung desselben genannt werden, indem es die Entdeckungen und neuen Erkenntnisse aus den ersten beiden Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnimmt.

Das Lehrbuch des Berzelius ist fast in allen andern bis in die neueste Zeit wieder zu erkennen, wobei nur von den Lehrbüchern abgesehen wird, die vom System gänzlich abweichen und Schulunterricht und Lehrer als Begleiter voraussetzen. Die Entwicklung in dieser Beziehung begann, als die Chemie Unterrichtsfach der höheren und in beschränktem Maße auch der Volksschulen geworden war, d. i. seit etwa dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts. Sie knüpft sich an die Namen Ahrend und Wilbrandt und soll hier übergangen werden.[1])

Den Plan zu seinem Werke hat Berzelius 1807 entworfen; fünfmal ist es wieder aufgelegt worden und fünfmal hat er es in seiner gründlichen Art völlig umgearbeitet.[2]) Er hat nicht ein Handbuch, sondern — wie er ausdrücklich betont — ein Lehrbuch schaffen wollen und darum nicht „strengstens systematisch" geordnet, sondern so, wie die Wissenschaft am leichtesten begriffen und am besten im Gedächtnis behalten wird. So gibt er die wissenschaftliche Ordnung der Metalle in elektropositive und elektronegative auf, weil diese Reihe, richtig aufgestellt, zwar die Basis für die Chemie bildet, keineswegs aber die Ordnung ist, nach der die Körper am leichtesten begriffen werden.

Berzelius hält es nicht für absolut nötig, was andere Autoren vor und nach ihm für unerläßlich halten, völlig voraussetzungslos zu schreiben und den Leser fortgesetzt von wohlbekannten zu unbekannten Materien zu führen. Eine solche Ordnung ist nach seiner Meinung in der Chemie unmöglich, und die sie versuchten, haben dadurch nichts ausgerichtet. Die Aufmerksamkeit festigt sich — so begründet er psychologisch — bei durchaus fremden Gegenständen schwer; die Materien, welche beim Studium mehrmals berührt werden und von welchen der Anfänger eine wenn auch noch so unvollständige Idee erlangt hat, interessieren bei ihrer vollständigen Beschreibung mehr als diejenigen, welche durchaus neu sind.

Ebenso hält er es nicht für nötig, den Anfänger mit a l l e n Elementen und Stoffen bekannt zu machen, weil viele von ihnen selten und von geringem Interesse sind und zu ihrer Beschreibung einen nicht unbedeutenden Vorrat an Kentnissen verlangen. Darin kann er vielen nicht nachdrücklich genug zur Nachachtung empfohlen werden, allen denen nämlich, die unbedachtsam den Anfänger mit einer Unsumme von Einzelheiten überschütten; sie verwirren ihn und nützen ihm zu nichts, weil er in ihrer großen Zahl, aus deren einförmigem Beieinander sich keine durch besondere Be-

---

[1]) Ausführliche Bemerkungen über ihre Art gibt J. Wagner in seinem „Anfangsunt. i. d. Ch." S. 12 u. f.

[2]) Kopp, S. 390 u. f.

deutung hervorhebt, eine mit der andern verwechselt. Viele unserer Lehrbücher ähneln namentlich in ihrer zweiten Hälfte, die die Metalle und ihre Salze beschreibt, den alten Rezeptbüchern. Man findet da viele minderwichtige Salze aufgezeichnet und beschrieben, die dem gewöhnlichen Manne in seinem ganzen Leben kaum wieder vorkommen werden.

Allgemeine Gesichtspunkte hält Berzelius für das Wichtige, nämlich Zusammenfassen der gemeinsamen Eigenschaften, Gesetze, die in dem Verhalten der Stoffe zu erkennen sind, Überblicke über die Gruppen verwandter Elemente und ähnliches. Er wird damit ein Glied in der Reihe Libavius, Boyle, Boerhaave, Lavoisier. Seine Meinung ist: „Viele Tatsachen erlangen im Zusammenhange mit anderen ein Interesse, welches sie für sich selbst nicht in demselben Grade besitzen, und es ist eine große Kunst, jede Tatsache an der Stelle aufzuführen, wo sie die größte Aufmerksamkeit erregt. Die allgemeinen Auseinandersetzungen der gemeinschaftlichen Eigenschaften einzelner Klassen der Körper ist dasjenige, was das Lehrbuch charakterisiert und welches das eigentlich Wissenschaftliche in sich trägt. Man kann eine ganz klare und ausgedehnte Kenntnis vom theoretischen Teile der Wissenschaft haben und doch mit zwei Dritteln der Metalle ganz unbekannt sein".[1])

Der Plan, zu dem Berzelius kraft dieser Anschauungen kommt, ist folgender: Nach einer Abhandlung über Licht, Wärme, magnetische und elektrische Kräfte — „eine Entleihung aus dem Gebiete der Physik, ohne welche das Studium der Chemie nunmehr unmöglich ist" — teilt er die Chemie in die unorganische und organische ein, was in so strenger Form zum ersten Male geschieht. Die vier ersten Teile beschäftigen sich mit der unorganischen Chemie, welche in zwei Hauptabteilungen zerfällt, in die der Metalloide und die der Metalle. Die Metalloide sind ihm die am allgemeinsten vorkommenden Körper, deren Kenntnis zuerst notwendig ist. Die Haloide behandelt er bereits zusammenhängend als eine Gruppe. Bei jedem Stoffe schreibt er über Vorkommen in der Natur, Namen, Geschichte, Darstellungsverfahren und Haupteigenschaften. Außerdem sind bei jedem Element die Verbindungen angeführt und besprochen, die es mit dem vorhergehenden bildet. Gelegenheit zur Mitteilung theoretischer und allgemeiner Ansichten geben die an besonderer Stelle abgehandelten Oxyde und ihre sauren Verbindungen mit Wasserstoff, namentlich auch die Artikel atmosphärische Luft, Wasser, Sauerstoff- und Wasserstoff-Säuren.

Die Behandlung der Metalle beginnt mit einem allgemeinen Überblick, der ausführlich die nötigen Bemerkuugen über Salzbasen, Metalloxyde, über Schwefel-, Phosphor-, Kohlenstoff-, Arsenik-Metalle, sowie die Lehre von den Salzen und die dazu gehörigen allgemeinen theoretischen Begriffe gibt. Von den Metallen werden zuerst die Radikale der Alkalien und Erden und ihre Verbindungen mit den Metalloiden behandelt, wobei unter den alkalibildenden

[1]) Einleitung des Lehrbuches.

Metallen und den Alkalien Ammonium und Ammoniak mit aufgeführt werden. Nach diesen folgen die Metalle, die Säuren bilden, in der Ordnung, in der ihre Säuren weniger sauer werden; hierauf die Metalle, welche Salzbasen bilden, ungefähr in der Ordnung, in der ihre Oxyde stärkere Salzbasen werden. Die Salze machen eine Abteilung für sich aus.

Die chemischen Proportionen und die elektrochemische Theorie, die bekanntlich Berzelius mit besonderer Liebe ausgebildet hat, werden bis dahin selten berührt. Diese beiden wichtigen Lehren enthielten noch so viele Vermutungen, daß sie Berzelius nicht eher in ihrer ganzen Ausdehnung darstellen wollte, als bis der Leser mit den Körpern ausreichend bekannt wäre, um selbst an der Prüfung teilnehmen zu können.[1]) Es geschieht das darum am Schlusse der anorganischen Chemie.

Die nächsten Teile enthalten die Pflanzen- und Tierchemie. Der letzte ist ein alphabetisch geordnetes Verzeichnis von Beschreibungen chemischer Operationen und Gerätschaften nebst deren Abbildungen, erklärt auch chemische Kunstwörter, damit der Leser beim Studium des Buches jederzeit Rat holen könne. Er stellt also diese Beschreibung nicht an den Anfang, weil sie ohne eine vorhergehende Kenntnis der Fälle, wo sie sich nötig machen, nicht verstanden werden. Das Richtige wäre, sie dort zu erklären, wo sie gerade gebraucht werden; aber dadurch würde der Zusammenhang und die Einheitlichkeit gestört. Es bleibt demnach kein anderer Platz, als der am Ende. Daß er nicht wie Lavoisier, mit dem er in seinen Ansichten über diesen praktischen Teil ganz übereinstimmt, versucht hat, ihn in einem methodischen Gange darzubieten, ist sicher ein Mangel.

Berzelius weiß, daß der Wert eines Lehrbuches nicht nur auf der Ordnung der Gegenstände, sondern auch auf der Weise beruht, in der sie vorgetragen werden.[2]) Darum hat er sich bemüht, möglichst deutlich zu sein; er hat vorzugsweise den erzählenden Ton gewählt und Unterbrechungen und Unterabteilungen sorgfältig vermieden, die z. B. das Stahlsche Buch schwer lesbar machen. Trotz der vielen Wissenschaft, die in den vier Bänden steckt, ist seine Art nicht trocken und hochgelehrt. Um zu fesseln, berichtet er gern eigne oder fremde Erlebnisse; dadurch erhält z. B. die bis ins einzelnste gehende Abhandlung über das von ihm entdeckte Selen ihren anerkannt klassischen Charakter. Er erwähnt dabei sogar, daß er bei der Darstellung den Schnupfen bekommen habe. Diese Art ist nicht die bei den Alchemisten getadelte. Dort waren die Anekdoten Abschweifungen, die nur zur Kurzweil dastanden. Hier werden sie zur Erklärung gebraucht und zur Veranschaulichung gewisser Eigenschaften, in dem erwähnten Falle z. B. der reizenden Wirkung der selenigen Säure auf die Nasenschleimhäute.

---

[1]) Berzelius, Lehrbuch, Einleitung.
[2]) Berzelius, Einleitung.

Physiologische, medizinische und technische Verhältnisse zieht er reichlich heran, weist auf besonders schöne Phänomene hin und reizt zur Beantwortung ungelöster Rätsel. Wie kommt wohl das Jod in gewisse Pflanzen, in denen es nachweisbar ist, da es doch in dem Erdboden, auf dem die Pflanzen wachsen, nicht zu finden[1]) ist? Woher wird wohl der bei fast allen Prozessen unaufhörlich verzehrt werdende Sauerstoff wieder frei, da doch kein einziger desoxydierender Prozeß bekannt ist, welcher zur Wiederentwicklung alles gebundenen Sauerstoffs und zur Erhaltung der niemals veränderlichen Proportionen zwischen den beiden Gasen der Luft groß und allgemein genug wäre?

Eine große Ruhe kommt über das Buch dadurch, daß Berzelius Formeln und Zahlen möglichst vermeidet. Mag der Hauptgrund dazu sein Konservativismus gewesen sein, der nicht zuließ, daß die unsichern Molekularverhältnisse zahlenmäßig festgelegt wurden, so ist doch sicher für dies Unterlassen der Wunsch mit ausschlaggebend gewesen, das Wortgewebe möglichst wenig zu unterbrechen.

Gegen Hypothesen bleibt Berzelius skeptisch; er nimmt sie ausdrücklich nur darum auf, weil aus ihrer Annahme der Vorteil entspringt, den Vorstellungen einen gewissen Halt, etwas Greifbares geben zu können. — Der erwähnte konservative Sinn treibt ihn manchmal zu fehlerhaftem Beibehalten alter Gewohnheiten, die aufzugeben ihm schwer fällt: „Diese Nomenklatur ist gewiß nicht sehr gut; aber sie ist einmal angenommen."

Die hohe wissenschaftliche Stellung des Autors, der wohldurchdachte Plan und die ungewöhnliche Ausdauer, mit der er ihm in der Ausführung treu und ohne Ermüden nachgekommen ist, kurz die mühevolle Sorgfalt des großen Gelehrten, haben sein Lehrbuch, wie er es selbst gewollt hat, zu einer unterhaltenden Lektüre gemacht, soweit es die Natur der Materie zuließ. Der größeren Volkstümlichkeit hat er leider durch den großen Umfang eine Schranke gesetzt.

Berzelius hat das selbst eingesehen, und der lebhafte Wunsch, seine Gedanken wenigstens in der allgemein gelesenen deutschen Sprache, in der zu schreiben er für einen beneidenswerten Vorzug hielt[2]), recht weit verbreitet zu sehen, hat ihn veranlaßt, seinem Schüler und Freunde, Eilhard Mitscherlich, bei einem Besuche von Stockholm aus in Berlin zu raten, einen Auszug aus dem umfangreichen Lehrbuche zu schreiben[3]). Mitscherlich folgte dem Rate, zugleich, um die eigne Lehrtätigkeit erfolgreicher zu gestalten[4]). Es entstand Mitscherlichs Lehrbuch der Chemie, das er 1829—31

---

[1]) Der Erdboden enthält selbstverständlich das Jod, nur in so feiner Verteilung, daß der Nachweis sehr schwer gelingt.

[2]) Gesammelte Schriften von Eilhard Mitscherlich, Lebensbild, Briefwechsel und Abhandlungen, S. 84.

[3]) Brief an Mitscherlich.

[4]) Mitscherlich war in seinen jüngeren Jahren Orientalist, und wurde erst später für den Lehrstuhl der Chemie in Berlin von Berzelius vorgeschlagen.

und 1835—40 in zwei Bänden zu je zwei Abteilungen herausgab. Obwohl sich Mitscherlich ganz an des Berzelius Plan hielt, so ist doch ein neuartiges Werk entstanden, das den Stempel Mitscherlichs trägt. Er hat sich aber auch für die Herausgabe lange vorbereitet durch unabhängige Untersuchungen und Arbeiten, durch seine Vorträge und Vorlesungen, durch seinen Umgang mit den ausgezeichnetsten Chemikern Europas, den Besuch von Laboratorien, wichtigen technischen Anstalten und Hüttenwerken, also reichlich eigene Erfahrungen gesammelt, die er im Werke verwenden konnte. Durch stete Anwendung der Lehren der Chemie aufs Leben suchte er sein Werk so praktisch als möglich zu machen, damit der Studierende, indem er die Wissenschaft gründlich erlernt, zugleich Liebe und Interesse für sie gewinnt. — Der Chemie-Unterricht geht Hand in Hand mit den Bestrebungen und Fortschritten der allgemeinen Pädagogik. Wir merken das hier ganz deutlich, wenn Mitscherlich über die bisherigen Forderungen hinausgeht, Verständnis für die Wissenschaft und Kenntnis der allgemeinen Lehren und Überblick zu schaffen, indem er nach dem Beispiele Herbarts[1]) als Zweck des Unterrichts Liebe und Interesse angibt.

Kräftiger als bisher fordert Mitscherlich, und das wird wieder der Anwendung Pestalozzischer und Herbartscher Auseinandersetzungen auf die Chemie zu verdanken sein, Anschaulichkeit von einem Lehrbuche. Er meint in dieser Beziehung[2]): Am vollkommensten unterrichtet man den, der die Chemie zu studieren anfängt, wenn man ihm Versuche zeigt und er aus diesen Versuchen die Wissenschaft sich selbst zusammenstellt[3]), sodaß der Lehrer auf Erscheinungen, die Erklärungen derselben und ihre Zusammenhänge mit andern aufmerksam macht, ohne auf etwas sich zu berufen, was der Zuhörer nicht selbst gesehen hat oder noch sehen wird.

Mitscherlichs Werk erlebte in kurzer Zeit mehrere Auflagen und fand eine in der Wissenschaft zuvor noch nicht dagewesene Verbreitung in Deutschland und durch Übersetzung auch im Auslande[4]), ein Zeichen dafür, daß es den weitestgehenden Anforderungen der unterrichtenden Chemie genügte.[5])

Hier könnte unser Bericht bis auf die Bemerkungen über die allerletzten Jahre geschlossen werden; denn der Charakter der Chemie war in den

---

[1]) Herbart, Umriß pädag. Vorlesungen § 62.
[2]) Gesammelte Schriften, S. 546.
[3]) Herbart, Interesse ist Selbsttätigkeit, Umriß päd. V. § 71.
[4]) Kopp, Gesch. d. Ch., I, S. 418.
[5]) Berzelius urteilt: „Dein Lehrbuch ist, was die Elementarbücher der Chemie betrifft, ohne Zweifel das beste, was wir bis jetzt besitzen.“ Alex. v. Humbold kennt kein wissenschaftliches Buch deutscher Sprache, das dem empfänglichen Leser in dem Grade den Eindruck der Gediegenheit, Umfassungskraft und Ausdruckskraft des Verfassers gibt: Monumentum aere perennius, alles gediegen, in den sichersten Resultaten der Wissenschaft auf der Höhe, zu der sie sich jetzt erhoben hat. — Auch Örstedt lobt den bündigen und klaren Vortrag, der nur aus wahrhaftem Selbstdenken entsprungen sein kann.

fünfziger bis siebenziger Jahren der einer stagnierenden Wissenschaft[1]) und beeinflußte dementsprechend die Lehrbücher. Alles stand still; man kam nicht weiter, wie zu keinem neuen Inhalte, so zu keinem neuen Plane und zu keiner neuen Darstellung. Ein Zeichen dafür ist, daß Köhlers Grundriß der anorganischen Chemie, der nichts weiter als ein dürftiges skizzenhaftes Exzerpt des Berzeliuschen anorganischen Teils darstellt und zuerst 1813 erschien, 1873 zum 15. Male aufgelegt wurde und noch heute gebraucht wird. Auch andere Verfasser, die zwar selbständiger arbeiteten, aber doch von der Art des Berzelius im großen und ganzen nicht abkamen, wurden nicht zurückgewiesen, sondern viel benutzt. Es blieb dabei, nach einer mehr oder weniger umfangreichen Einleitung die Metalloide und die Metalle, sowie bei jedem Elemente die Verbindungen mit den vorhergehenden zu behandeln. In der Einleitung wurden die allgemeinen chemischen Grundbegriffe erläutert, die als Grundlage des Systems für notwendig geachtet wurden, meist in dogmatischer Form ohne Begründung durch Versuche. Es handelt sich dabei um Begriff der Chemie, Verhältnis zur Physik, chemische Verbindung, chemischen Vorgang und ähnliches.[2])

Die Reihe der Elemente wurde nach der Aufstellung des periodischen Systems durch Mendeljeff und Lothar Meyer 1869 ein wenig geändert, so daß man die natürlichen Familien zusammennahm und ihre Glieder synoptisch gegenüberstellte.

Was an allgemeinen Gesetzen und Zusammenfassungen sonst behandelt wurde, wollte man an geeigneten Stellen im System unterbringen; das Geschick dafür und Gelingen stellte sich nur allmählich ein; zunächst war die Anknüpfung meist recht gewaltsam. Bei Sauerstoff und Wasserstoff wurde die Hauptsache behandelt; nur was an diese Stelle gar nicht paßte, wurde in Brocken hier und da gegeben; bei Kolbe ist sogar alles Theoretische zwischen Sauerstoff und Wasserstoff abgehandelt. Das Zerreißen des theoretischen Teiles ist um so bedauerlicher, da es eine Beschränkung desselben verursachte, um möglichst wenig die anderen Gedankenreihen unterbrechen zu müssen. Mit der Zeit wurde aber doch wieder ein breiterer Raum für diese wichtigen allgemeinen Betrachtungen verlangt. Namentlich ist seit der Entwickelung der physikalischen Chemie, die sich nach Vant Hoff[3]) gerade durch Feststellung umfassender Prinzipien charakterisiert, die die gesamte Grundlage der Chemie befruchten, der Platz dafür gewachsen; in den neuesten Lehrbüchern beanspruchen sie mindestens ein Drittel des ganzen Werkes. Es läßt sich bestimmt erwarten, daß die Bewegung in dieser Richtung weiter gehen und für die allgemeine Chemie einmal das größte Interesse verlangen wird.

---

[1]) Kékulé schrieb etwa 1871: Die Chemie ist auf einem toten Punkte angelangt und neuer Fortschritt nicht in Sicht.

[2]) Siehe die Ausführung auf S. 33.

[3]) J. H. Vant Hoff, Acht Vorträge über physikalische Chemie, S. 9.

Lehrbücher aus der geschilderten Zeit, die für den Fortschritt der Methode wenig getan haben, sind außer dem erwähnten Grundriß Wöhlers das „Kurze Lehrbuch der Chemie“ Kolbes (1877), Streckers „Kurzes Lehrbuch der Chemie“ und Roscoe-Schorlemmers Chemie, die 1865 erschien und mit ihrer dreizehnten Auflage bis in unsere Zeit hereinragt.

D. Liebigs chemische Briefe und ähnliche Bücher. Lehrbücher der physikalischen Chemie.

1844 gab Liebig den ersten Teil seiner chemischen Briefe heraus, die er vorher in der Augsburgischen Abendzeitung hatte erscheinen lassen. Mit diesem Buche begann neben der strengen Lehrbuchform eine Darstellung der Chemie in freierer volkstümlicher Art, die nicht für den Chemiker speziell, sondern für den gebildeten Laien bestimmt ist. Den Briefen Liebigs schlossen sich die Vorträge Hofmanns an; Stöckhardt verfaßte eine Schule der Chemie; englische Gelehrte schrieben chemische Volksbücher, Faraday z. B. die Naturgeschichte einer Kerze; Deutsche folgten, indem sie die trefflichen Bücher von Hume, Roscoe und Ramsay übersetzten, aber auch ähnliche Bücher selbst verfaßten; die letzte derartige Erscheinung ist Ostwalds Schule der Chemie.

Solche Bücher, die nur aus reiner Liebe zur Wissenschaft vom Volke gelesen werden, konnten erst in einer Zeit entstehen, in der das Studium der Chemie für jeden Gebildeten nicht allein zum Bedürfnis, sondern zur Pflicht geworden war und für den Mediciner, den Pharmazeuten, den Fabrikanten, den Ökonomen, den Färber und viele andere die Maßregeln ihrer Tätigkeit zu bestimmen anfing. Ihre allgemeine Verbreitung und ihr Erfolg wurde möglich, weil die Naturforschung keine anderen Kenntnisse voraussetzt als die der Muttersprache und der ersten Elemente der Mathematik und weil alle ihre Resultate dem gesunden Menschenverstand des Laien ebenso klar, einleuchtend und verständlich sind wie dem Gelehrten, der vor dem ersteren nur die Kenntnis der Mittel und Wege voraus hat, durch die sie erworben werden.[1]) Ihr Zweck ist, die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt auf den Zustand und die Bedeutung der Chemie, auf die Aufgaben, mit deren Lösungen sich die Chemiker beschäftigen und den Anteil zu lenken, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Agrikultur, Physiologie und anderem genommen hat.[2])

Diese Volksbücher haben das Gemeinsame, daß sie fast ausschließlich allgemeine und angewandte Chemie bieten. Systematik und die Behandlung einzelner Elemente als Selbstzweck ist ihnen fremd. Sie wollen Verständnis für die Chemie und Klarheit über

[1]) Liebig, chemische Briefe, S. XX.
[2]) Liebig, chemische Briefe, S. XXI.

ihre Gesetze neben der Kenntnis technisch wichtiger Vorgänge geben. Sie halten sich nicht an einen Plan, der durch systematische oder didaktische Rücksichten in der Weise bestimmt ist, wie das bei den strengen Lehrbüchern der Fall ist; sondern sie lassen sich unterhaltend in Vorlesungs-, Brief- oder Gesprächsform von den Gelegenheiten leiten, die an sich konträre Lehrstücke zusammenbehandelt, weil sie sich um ein und dieselbe Erscheinung gruppieren oder weil in der Unterhaltung die Frage nach ihnen nahe liegt. — Hofmanns Einleitung in die moderne Chemie ist das einzige Buch, das den Blick auf ein spezielles Gebiet, die pneumatische Chemie, lenkte. — Bei Faraday sind es die Vorgänge, die beim Herstellen und Gebrauch einer Kerze zu beobachten sind, die den Gedankengang regeln. — Liebig läßt sich von wirtschaftlichen Gesichtspunkten leiten und bevorzugt dabei die Anwendung der organischen Chemie. Er beschäftigt sich also vorwiegend mit Fragen, die die Landwirtschaft, animalische und vegetabilische Nahrungsmittel, die Atmung und ähnliches betreffen, und erweckt somit die Iatrochemie in einer neuen Form, wie sie den fortgeschrittenen chemischen Kenntnissen entspricht. — Roscoe schließt in seiner kleinen Volkschemie (Trübners Verlag in Straßburg) die Darbietungen an die Elemente der Alten, Feuer, Wasser, Luft und Erde, an. — Ostwald und Ramsay endlich treiben vorwiegend anorganische allgemeine Chemie auch in einem Gange, der sich mehr an eine Unterhaltung als an ein System anlehnt. Ostwald wählt dabei auch äußerlich die Form der Unterhaltung, indem er den Stoff durch Fragen und Antworten an einen Lehrer und seinen Schüler verteilt.

Daß eine solche Bewegung von den Meistern der Chemie ausgegangen und von der gebildeten Welt angenommen worden ist, ist ein erfreuliches Zeichen für die Anerkennung der Wichtigkeit der Chemie. Für unsere Betrachtungen ist besonders bemerkenswert, daß gerade die allgemeine und angewandte Chemie, die in diesen Büchern hauptsächlich zu finden ist, so leicht Verständnis und Liebe gefunden hat. Der Chemieunterricht muß von einer so fruchtbaren Art Kenntnis nehmen und Nutzen aus ihr zu ziehen suchen, das heißt für die Lehrbücher im eigentlichen Sinne eine ähnliche Form erstreben. Und so scheint es, als ob der Weg dieser Bücher der werden sollte, auf dem in Zukunft überhaupt in die Chemie eingeführt werden wird.

Das wird noch einleuchtender, wenn wir zuletzt einen Blick auf die jüngste Entwickelung unserer Wissenschaft werfen und dabei sehen werden, wie auch in der Wissenschaft selbst eine Zuneigung zu allgemeinen und umfassenden Untersuchungen gekeimt ist. Die Chemie hat eine Umwandlung in dieser Beziehung erfahren, die der Unterricht nachahmen wird, wie er bisher jede Umwandlung mitgemacht hat.

Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts kam neues Leben in die Chemie. „Es erwachte ein neues Kind der Hoffnung,

die emporblühende physikalische Chemie."[1]) Sie ist eine neue Beobachtungsweise; sie ist charakterisiert durch verschärfte Heranziehung physikalischer Mittel zur Feststellung quantitativer Beziehungen. Sie kann als das Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie aufgefaßt werden, das die Abhängigkeit der Erscheinungen von den Stoffen behandelt. Sie hat für die anderen Gebiete der Chemie, sagen wir für die allgemeine Chemie, dadurch große Bedeutung, daß sie die Erkenntnisse derselben vertieft, weil sie dieselben von der physikalischen Seite her betrachtet, weniger dadurch daß eine große Menge neuer Beobachtungen und physikalisch-chemischer Experimente namentlich in ihrer ersten Zeit gesammelt wurden.

Die Lehrbücher folgten auch hier nur langsam der Bewegung der Wissenschaft; erst in den letzten Jahren ist davon allgemein etwas zu spüren. Zunächst traute man den Neuerungen noch nicht und wagte nicht, die zum Teil kühnen Theorieen der jüngeren Generation als richtig einzupflanzen. Nur zaghaft wurden die neuen Ergebnisse als Zusätze und Einschaltungen in die Lehrbücher der Berzeliusschen Art aufgenommen. Freilich kam es dabei nicht zu einem organischen Verwachsen des Neuen mit dem Alten und noch nicht zur Lösung der Aufgabe, die Ergebnisse der physikalischen Chemie im Zusammenhange einzureihen.

Obgleich jetzt mehr und mehr die physikalische Chemie für den Unterricht verwertet wird, so gibt es doch noch kein physikalisch-chemisches Lehrbuch, das sich für den Eingangsunterricht bestimmte und nicht schon gewisse chemische Kenntnisse voraussetzte. Die Grundlinien der anorganischen Chemie Ostwalds, eines Mitbegründers der neuen Chemie, die es also hätten werden können, sind von ihrem Verfasser absichtlich[2]) mit der alten Anordnung geschrieben worden. Auch Hollemann stößt in seiner Chemie (Lehrbuch der anorg. Chemie) den alten Plan nicht um.

Zwar ihrem Inhalte nach sind beide Bücher der Wissenschaft nachgekommen; sie enthalten alle wichtigen Lehren derselben und erläutern die physikalisch-chemischen Gesetze, die so viel Erscheinungen unter sich fassen und leicht verstehen lassen. Aber sie lassen noch nicht durch diese Allgemeinheiten die Anordnung bestimmen, und in dieser Hinsicht ist das Lehrbuch der physikalischen Chemie noch zu erwarten.

Dieses zukünftige Lehrbuch wird also vor allem damit brechen müssen, die allgemeinen Erörterungen zu zerreißen und sie da und dort einzustreuen. Sie dürfen nicht unter die Überschriften Sauerstoff, Stickstoff und so weiter versteckt werden. „Die Chemie darf nicht mehr wie eine beschreibende Naturwissenschaft vorgetragen und behandelt werden; es sollen vor allen Dingen die Natur und

---

[1]) Vant Hoff, Acht Vorträge.

[2]) Siehe das Vorwort des Ostwaldischen Buches.

das Wesen der chemischen Erscheinungen und die gesetzmäßigen Beziehungen derselben zu einander hervorgehoben und durch Versuche erläutert werden."[1]) „Die Feststellung der chemischen Grundbegriffe in gegen jetzt erweitertem Umfange ist es, die wesentlich im ersten Gange des Unterrichts erfolgen müßte. Ein Lehrbuch muß in erster Linie darnach beurteilt werden, wie es sich zur Schaffung der grundlegenden Begriffe stellt."[2])

Die Schwierigkeit liegt darin, ein neues Einteilungsprinzip zu finden, das ebensowohl der Wissenschaft als auch dem Unterricht genügt, und durch dasselbe den Stoff zu ordnen. Versuche dazu sind gemacht worden, z. B. von Ramsay, der in seinem Lehrbuche der Chemie zuerst nur allgemeine, physikalische Chemie, darnach anorganische und organische behandelt.

Die Sache liegt ungefähr wie zu Stahls und Lavoisiers Zeiten. Der Tatsachen sind genug gesammelt; es ist erkannt, was unter ihnen von besonderer Wichtigkeit ist. Nun fehlt nur noch Harmonie und Einheit im Ganzen; ein leitender Gedanke muß gefunden werden, der alles unter sich zwingt, ein Grundton, nach dem das andere in wohlklingenden Akkorden zusammengestimmt werden kann. Wir stehen also mit der Lehrbuchfrage an der Schwelle einer neuen Zeit; die Lehrbücher müssen für die nächste Zeit eine durchgreifende Änderung erfahren.

Rückblick und Ausblick.

Zu demselben Ergebnis werden wir kommen, wenn wir jetzt zurückschauen und zusammenfassen, die Veränderungen feststellen und auf das Ziel der Entwicklung achten, die an den chemischen Lehrbüchern stattfindet. Da diese Entwicklung stetig gewesen ist und ihre Richtung immer behalten hat, da das ferner voraussichtlich künftig so bleiben wird, so kann ein solcher Rückblick zugleich zu einem Ausblick dienen. Es kann auf die Gestalt und den Charakter geschlossen werden, die den Lehrbüchern der nächsten Zukunft eigen sein werden.

Eins ist selbstverständlich. Daß nämlich in den Lehrbüchern der jeweilige Stand der Wissenschaft mit allen Weisheiten und allen Irrtümern jederzeit wiederzuerkennen sein wird, wie er es bisher immer war. Die Lehrbücher haben die Aristotelische Elemententheorie mit verteidigt; sie haben mit der Wissenschaft drei, vier, fünf Elemente als naturbauend angenommen; sie haben an die Metallverwandlung geglaubt und sie zu beweisen versucht. Später haben sie ebenso alles berichtet, was die alten Ansichten stürzen mußte; eine neue Elementenlehre ist ihr Eigentum geworden. Sie

[1]) Kolbe, Fittig.
[2]) Wagner, Antrittsvorlesung.

hätten ebenso die Phlogistontheorie verwertet, wenn diese nicht schon gestürzt worden wäre, ehe sie dazu kamen. Sie sind endlich auch für die neuere und neueste Chemie die getreuen Buchhalter gewesen und werden es in Zukunft sein, die vorsichtig mit skeptischem Blicke die neuen Ergebnisse doppelt prüfen, einmal — soweit sie es vermögen — nach ihrer objektiven Richtigkeit und dann nach ihrer unterrichtlichen Verwertbarkeit, um sie dann vielleicht in die Reihe derer zu stellen, die den Lernenden dargeboten werden sollen.

Davon abgesehen, wollen wir beim Rückblicke besonders auf Zweck und Methode, Stoffauswahl und Plan der Lehrbücher als auf die Seiten achten, die didaktisch vor allen andern interessieren. Nicht immer haben die Verfasser auf alle diese Seiten gleicherweise geachtet; sie beachten die eine und vernachlässigten die andere. Ja, ursprünglich waren sie sich noch gar nicht bewußt, daß man nach jeder dieser Seiten gewissen Forderungen nachzukommen hat. Erst nach und nach kam dieses Bewußtsein. Zwar könnte auch aus den ältesten Lehrbüchern ein gewisser Plan, eine gewisse Methode u. s. f. herausgefunden werden; aber die Verfasser haben sie nicht mit Bewußtsein hineingelegt; sie liegen tief versteckt; sie schlummern, bis eine nach der andern erwachte. Wiederum erwachten sie nicht in der Gestalt, die sie heute haben. Jede der vier Seiten hat sich gesetzmäßig entwickelt. Es herrschen in Bezug auf den Zweck, den die Lehrbücher zu verschiedenen Zeiten erfüllen sollten, ebenso Gesetze, wie bei den Veränderungen in Stoffauswahl, Plan und Methode.

Hierbei hat sich die methodische Seite, die Beachtung unterrichtsmäßiger Forderungen, mehr oder weniger an die Entwicklung des Unterrichts im allgemeinen angeschlossen. Ebenso hat sich der Zweck, nachdem er allerdings in der ersten Periode durch die Chemie als Gold- und Lebenselixierbereitung bestimmt worden war, nach einer gewissen Regel zusammen mit dem Ziel, das man dem Unterrichte sonst unterstellte, verändert. Zweck und Methode treten dadurch in Gegensatz zu den beiden anderen Seiten, Inhalt und Plan, deren Entwicklung enger mit der Geschichte der Chemie gegangen ist.

Ferner sind die Veränderungen nach der einen Seite stets Ursachen von Veränderungen nach den anderen Seiten geworden; so werden Stoffauswahl und Plan immer durch die ersten beiden Seiten mitbestimmt. Namentlich sind durch Wandlung des Zweckes der Lehrbücher deren Stoffauswahl und Plan mannigfach mit verändert worden, wodurch gegenüber der Methode ein engerer Zusammenhang zwischen Zweck, Inhalt und Plan entsteht.

Unter Methode, die wir darum gesondert betrachten wollen, sind dabei die didaktischen Bestrebungen gemeint, z. B. eine klare einfache Sprache zu sprechen und das Verständnis des Anfängers zuerst durch die leichtesten Teile der Wissenschaft zu üben und die Schwierigkeiten allmählich zu steigern. Diese Bemühungen

sind, wie wir sahen, aus beinahe unmerklichen Anfängen gewachsen. Erst ganz vereinzelt konnte der oder jener Verfasser auf irgend eine Eigenart seines Buches aufmerksam machen, die er ihm dem Anfänger zuliebe gegeben hatte. Dann wurde das allgemein, besonders, seitdem die Chemie die Universitäten eroberte. Schließlich bildeten sich zwei Forderungen heraus, die als unerläßlich erkannt worden waren, wenn die Aneignung des fremden und schwierigen Stoffes erleichtert werden sollte: Es muß möglichst voraussetzungslos von den leichtesten und einfachsten Problemen ausgegangen und stetig zu den schweren geführt werden. Und es muß im einzelnen meist empirisch und induktiv verfahren werden, durch Experimente und Erfahrungen muß die Lehre zur Anschauung erhoben werden. Es ist vorauszusehen, daß in Zukunft noch mehr als bisher die Frage nach dem möglichst besten Lehrverfahren zur Beantwortung drängen wird, um so mehr, je größer das Verlangen nach allgemeiner Belehrung über die chemische Wissenschaft werden wird. Auch ferner werden dabei die fortschreitenden Erkenntnisse der Unterrichtslehre für die Lehrbücher der Chemie verwertet werden müssen.

In Bezug auf den Inhalt war in den ältesten Lehrbüchern noch nicht die allererste Forderung erfüllt, daß nämlich der Stoff auf das chemische Gebiet beschränkt werden muß. Das beweisen die Anekdoten, Gebete, Sprüche, Verteidigungen. Die Ursache davon war, daß ihr eigentlicher Zweck nicht Belehrung, sondern Anweisung zur Goldbereitung war, also mit Wissenschaft und Unterricht nichts zu tun hatte, und daß sich darum ihre Verfasser nicht an die Grundsätze kehrten, die in diesen Gebieten gelten. Das wurde anders, als mit Boyle der Zweck der Lehrbücher die Wissenschaft selbst wurde, als man anfing, den Geist zu vergnügen und eine edlere Wißbegier zu befriedigen. Die Abschweifungen verschwanden und der Stoff wurde auf streng wissenschaftliche Beschreibungen der chemischen Stoffe und Erscheinungen begrenzt.

Bis in diese Zeit hinein wurde auf Anordnung und Plan nicht besonders geachtet. Wodurch sollte man sich dabei auch bestimmen lassen? Man ging wohl in den iatrochemischen Büchern den Krankheiten nach und erhielt dadurch eine gewisse Reihe des Stoffes; oder man ließ den Platz der einzelnen Abhandlung durch die Naturreiche bestimmen. Aber die Verwandtschaft zwischen Chemie und Naturreichen ist zu locker, als daß man mit dieser Anordnung lange hätte zufrieden sein können. Dazu trat bald das Anorganische soweit in den Vordergrund, daß es fast allein die Wissenschaft ausmachte. Man hätte zudem schon deswegen weiter gehen und sich nach einem neuen Plane umsehen müssen, der die Chemie inniger berührte, weil sich die Lehrer mit dem bloßen gedächtnismäßigen Kennenlernen chemischer Tatsachen nicht mehr zufrieden gaben und höhere Geistestätigkeiten für den Zweck der Lehrbücher beanspruchten: Verständnis und inniges Ver-

trautsein mit der Chemie. Beides kann nicht durch bloßes Aneinanderreihen einzelner Kenntnisse gewonnen werden. Gruppenbildung wird nötig, und Fäden müssen von der einen Gruppe zur andern gezogen werden; geordneter Zusammenhang der Kenntnisse wird nötig. Wir merken, die dritte Seite wird betont, man verlangt von den Lehrbüchern einen geeigneten Plan.

Den stellten Stahl und Lavoisier und die Nachfolger auf mit Rücksicht auf die Calcinationen und Reductionen und ähnliche Vorgänge, auf die Gewichtsveränderungen bei chemischen Erscheinungen und auf die Reihe der Elemente, in der zudem bald die Gruppen verwandter Elemente erkannt wurden. Die daraus entstehenden Pläne waren für ihre Zeit recht gut, in der gerade die Kenntnisse der Elemente und Verbindungen den größten Teil des von den Lehrbüchern verlangten Stoffes ausmachten. Diese Pläne, die übrigens von großer Übereinstimmung sind, gelten im ganzen noch in unseren Tagen.

Aber nun wird es Zeit, sie endlich fallen zu lassen. Denn schon längst haben die Pädagogen, Herbart voran, dem Unterrichte ein neues Ziel gestellt, dem die alte Anordnung nicht mehr genügen kann: Interesse, Liebe. Um dieser höheren Zwecke, willen muß der alte Plan fallen; ebenso wie die alte Stoffauswahl, mit der zusammen er fast ein Jahrhundert chemischer Lehrbücher beherrscht hat.

Nach der Seite der Auswahl des Stoffes haben wir Anfänge bereits keimen sehen, und der Zukunft bleibt hier nur die fernere Entwicklung und Vollendung des Angefangenen übrig. Sie muß noch mehr als bisher Gesetze und Zusammenfassungen und große Blicke in die Tiefe der Wissenschaft die Auswahl beeinflussen lassen, weil nur dadurch das Interesse wachgehalten wird. Aus der Naturbeschreibung muß die Chemie vollends zur Naturlehre werden. Da ferner nur eine lebendige, nutzbringende Wissenschaft geliebt werden kann, so muß der dargebotene Stoff zeigen, daß die Chemie praktische Bedeutung hat und dem Leben dient. Darum wird das Lehrbuch der Zukunft besonders die Anwendungen der Chemie auf allen Gebieten aufzunehmen haben. Es wird also neben der Belehrung über umfassende chemische Gesetze und Beispielen der Brauchbarkeit der Chemie nur wichtige Elemente und Verbindungen zu beschreiben haben.

Mit der Anordnung des Stoffes, mit dem Plane dagegen ist es bisher beim alten geblieben. Darum steht es merkwürdigerweise mit den chemischen Lehrbüchern so, daß sie in eine Form gepreßt werden, in die sie gar nicht mehr hineinpassen. Man sehe nur mal in den Lehrbüchern nach, was sie alles unter der Überschrift „Sauerstoff“ bieten! Lange kann dieser Zustand nicht mehr dauern. Die nächste Zeit muß Änderung bringen, für den neuen Inhalt den notwendigen neuen Plan. Wie unsere Wissenschaft mit der physikalischen Chemie große Zusammenhänge in den chemischen Tatsachen gefunden hat und das Verständnis derselben für viel

wichtiger hält als das Wissen von noch so vielen einzelnen Stoffen, wie im Grunde durch solche allgemeine Lehren die Chemie im wesentlichen erfüllt wird, so muß nun endlich weiter geschritten werden und die hundert Jahre alte biographische Anordnung fallen: Allgemeine Lehrsätze und Gesichtspunkte müssen den Plan in den Lehrbüchern bedingen.

Summa: Das chemische Lehrbuch der nächsten Zeit wird, soweit man, auf unsere geschichtlichen Betrachtungen gestützt, durch Analogie schließen darf, der Reihe nach abhandeln: Die Lehrsätze und Theorieen der allgemeinen neueren Chemie nach einem wissenschaftlich und didaktisch genügenden Plane, die wichtigsten Elemente und Verbindungen in kurzer Übersicht und die reichen Anwendungen im Leben. Die Lehrart wird die Ergebnisse der allgemeinen Didaktik zu ihrer Förderung benutzen und von Versuchen und Erfahrungen ausgehend die Sätze der Wissenschaft zu Anschauungen erheben. Dem persönlichen pädagogischen Geschicke des Verfassers aber wird es nach wie vor überlassen bleiben, in Stoffauswahl, Ordnung und Darbietung das Rechte zu treffen, um das Buch möglichst lange vor dem Geschicke zu bewahren, das für jedes Lehrbuch vorauszusehen ist, alt und unwirksam zu werden und einem aus neuem Geschlechte den Platz räumen zu müssen.

Anmerkungen.

1. **Vollständiger Titel der Alchymia vera:**

Alchymia vera
Das ist
Der waren vnd von
Gott hoch gebenedeyten / Natur ge-
messen Edlen Kunst Alchymia wahre beschreibung / Etliche kurtze vnd nützliche Tractätlein zusammen getragen / wie versa pagina zusehen / Allen denselben Kunstliebenden zu nutz an tag gegeben / vnd in Druck verfertigt
Jetzt aber zum andernmal auffgeleget
vnd mit vielen schönen Tractätlein
vermehret und verbessert / durch
J. P. S. H. M. S.
Cor Sapientis quaerit doctrinam
et os Stultorum pascitur imperitia.

2. **Vollständiger Titel der Alchymia denudata.**

ALCHYMIA DENUDATA
REVISA ET AUCTA
Oder
das biß anhero nie recht geglaubte / durch die Experienz nunmehro aber würcklich beglaubte und aus allen Zweiffel gesetzte neu übersehene und vermehrte oder in vielen besser erklaehrte Wunder der Natur
nebst angehängter
Ausfuehrlichen Beschreibung der unweit Zwickau in Meissen zu Nieder-Hohendorff und anderer umliegenden Orthen gefundenen Goldischen Sande / Vorstellend
Welchergestalt aus unterschiedenen allhier auffrichtig mit Nahmen genannten Materien / wie auch auf unterschiedene Art und Weise in der That und Wahrheit eine Universal-Medicin auf menschlichen Leib und zur Verbesserung der Metallen, zu bereiten,
Wie auch
Daß ausser dem Fonte Universali aller Philosophorum Schrifften ungeachtet, dennoch ein höchst nutzbahres und grossen Profit tragendes Particulare zu erlangen sei;

Alles nach langwierigen dem Studio Chymico obgelegenen Fleisse, theils mit Augen gesehn, theils mit Händen selbst gemacht, und des von vielen sich darauff beruffenden Philosophischen Fluchs ungeachtet, um erheblicher Ursachen willen und anderen zu einem guten Exempel in dergleichen mit Experimenten nachzufolgen an Tag gegeben,

Von

J. N. v. E. I.

Römischen Rittern und Comite Palat.

BRESLAU

Bey Georg Stecks seel. Wittwe und Erben.

Anno 1716.

3.

a) Wird nun diß kleine Wercklein mein /
gefallen den Artisten fein /
Ein Spiegel wird hier folgen nach /
erklären soll all tunckel sach.

b) Ein Philosophus hats gemacht /
Wer's nun versteth / der nem's in acht /
Und thue Gott ewig dancken.

c) Fur alln aber bitt GOTT um Gnad /
der wird dich segnen früh und spatt.

4. **Alch. den., S. 98:** Man nimmt im Namen deß, der da lebet von Ewigkeit, roth Quecksilber-Ertzt.

S. 105: Dieser oder jener wird wegen etwan bösen Absehens, welches er heimlich im Hertzen heget, von dem allwissenden Gott, der Hertzen und Nieren prüfet, gesehn und dahero ohne Seegen, an solchem alleine doch alles gelegen, gelassen.

Alch. ver. Alch. den. oft: Deo sit laus! — Ora et labora! Omnia ab uno! Omnia ad unum! Alles in allem! Ein einziges Numen! etc.

5. **Alch. vera:** Ach Gott, es gehöret mehr darzu / und wil den Sachen viel anders nachgesetzt sein / und dieweil die Metallen / sowohl auch die Mineralien / nicht mit einander übereintreffen / sondern ein jedes sein eigen qualitet hat / so wil es warlich auch einen modum und weg nicht leiden / sondern ein jeders erfordert seine Gerechtigkeit / daß jhm weder zu viel noch zu wenig getan werde / sondern alles mit Verstande.

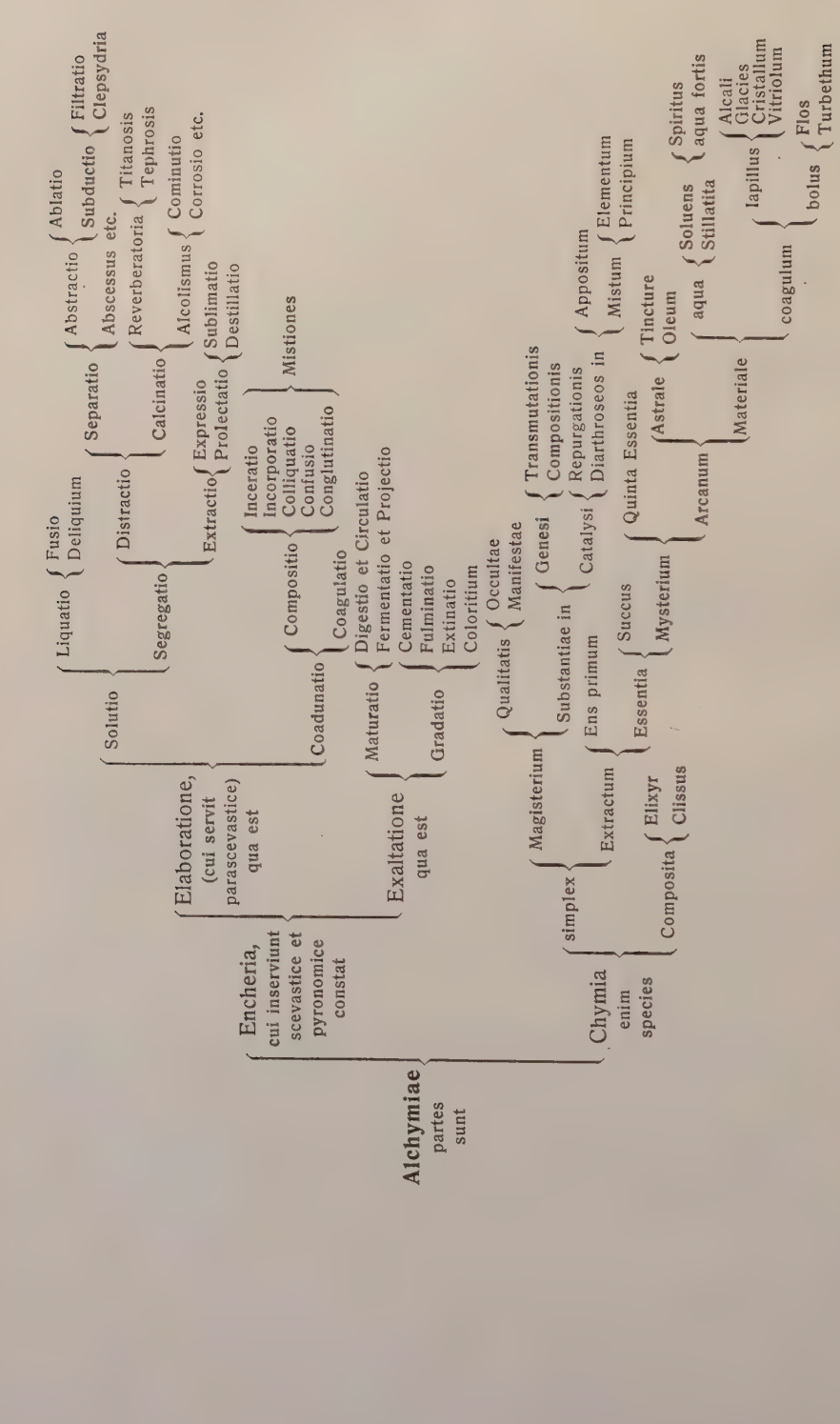
Die natürliche Kochung der Essenz ist das ganze.

Denn / lieber Bruder / die Essentia ist die furnemste Sache / da die Braut umb dantzet.

6. **Liebigs chem. Briefe I, S. 64.** Die Unkenntnis der Chemie und ihrer Geschichte ist der Grund der sehr lächerlichen Selbstüberschätzung, mit der viele auf das Zeitalter der Alchemie zurückblicken.

Es ist unmöglich, sich eine Vorstellung von den Schwierigkeiten zu machen, welche die Alchemisten in ihren Arbeiten zu überwinden hatten; sie waren die Erfinder der Werkzeuge und Prozesse, welche zur Gewinnung ihrer Präparate dienten, sie waren genötigt, alles, was sie brauchten, mit ihren eignen Händen darzustellen.

7. Die Gliederung der Alchimia des Libavius:



8. **Heilmittel bei Jüncken:** Natürlich laufen auch Universalmittel noch unter, die für alles Mögliche helfen, eins z. B. für „Schmertzen der Nieren, und wann der Harn nit fortwill, ohne Schlaff, auch für unruhige Träume und Phantaseyen.“ Ein „Remedium conservationis ad duas vel tres aetates“ wird beschrieben, daneben werden praktische Mittel angegeben: „Ratten- und Mäußpulver, Mahlerfirnuß zu machen, einen Schimmel schwartz färben, wie man allerhand Insecta als Spinnen, Fliegen etc. auch ander zart Laubwerck scharff abgießen soll, als wann sie natürlich also gewachsen wären.“

Lebenslauf.

Ich, Max Otto Paul, evangelisch-lutherischen Bekenntnisses, wurde am 24. Juli 1878 in Meißen geboren. Ich habe die mittlere Knabenbürgerschule zu Meißen und darnach das Lehrerseminar zu Nossen besucht. Von Ostern 1899 bis Ostern 1902 war ich Hilfslehrer in meiner Heimatstadt, erst an der mittleren Knabenbürgerschule, dann an der höheren Mädchenschule. Im Herbst 1901 hatte ich die Wahlfähigkeitsprüfung bestanden und vom Königlich Sächsischen Kultusministerium die Erlaubnis zum Studium an der Landesuniversität erhalten, die ich von Ostern 1902 an sechs Semester besucht habe.

Ich habe mich bemüht, außer in Pädagogik namentlich in Physik, Chemie und Mathematik tiefere Kenntnis zu erlangen, und darnach meinen Studienplan eingerichtet, in dem auch Vorlesungen über Philosophie und Psychologie Platz fanden. Um mich praktisch auszubilden, habe ich an den entsprechenden Übungen und Seminaren teilgenommen.

Professor Wagner, der Leiter des chemischen Praktikums für Lehrer, erwählte mich im Juli 1904 zu seinem Assistenten. Das gab mir erwünschte Gelegenheit zur Förderung meiner Abhandlung über die Geschichte des chemischen Lehrbuchs durch tiefere Einblicke in die Didaktik der Chemie.

Seit Ostern 1905 unterrichte ich in wöchentlich zwölf Stunden über Mathematik und Naturwissenschaften am Salzmannschen Philanthropin zu Schnepfenthal und habe dadurch Gelegenheit, mich praktisch in meinen Lehrfächern weiterzubilden. Dabei finde ich genügend Zeit, meine Studien auch theoretisch in der begonnenen Richtung fortzusetzen.

Schnepfenthal, am 2. Februar 1906.

Max Otto Paul.